

**FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO**

# **Reorganização do processo de paletização numa indústria do ramo alimentar**

**Marcelo Conde Pinto Arcanjo**



Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Orientador na FEUP: Prof. António Miguel Gomes

20 de Julho de 2017





# Resumo

É a contínua redefinição e melhoramento de processos internos que possibilita que todas as empresas sejam capazes de se manterem relevantes no meio em que estão inseridas. A indústria de bens de consumo embalados não é exceção, existindo uma preocupação na procura para implementação de novos produtos que refletem uma nova tendência dos consumidores e de melhorias realizadas a nível dos processos internos. Da preocupação a adaptar-se a novas tendências de mercado, e com o objetivo de melhorar a segurança das suas operações e reduzir os transportes internos, nasceu na fábrica da Nestlé em Avanca a necessidade de redefinir o processo de paletização manual em meia paleta. A presente dissertação foi desenvolvida com o principal objetivo de apresentar uma proposta que fosse capaz de transpor a operação já existente na fábrica para uma nova zona da fábrica.

A análise inicial ao processo de paletização, através do uso da ferramenta de análise ECRS, permitiu observar os processos essenciais e não essenciais da operação, abrindo caminho a uma análise crítica às etapas da operação. Fruto dessa análise, definiram-se propostas que refletiam as etapas necessárias para assegurar o bom desempenho da operação na nova zona. Todo esse esforço culminou com a realização de ensaios em pequena escala, com o principal objetivo de testar a adaptação da operação às propostas de *layout*, bem como analisar os dados provenientes das mesmas.

Os resultados obtidos foram promissores, tendo sido registado um aumento da cadência de produção (paletes/hora) nos dois produtos paletizados em meia paleta, utilizando, para o efeito, o mesmo número de colaboradores que atualmente está associado à operação. Caso a fábrica opte por realizar a totalidade da produção planeada de *mid-box* para 2017 - 22.440 unidades - na zona de ensaios, o aumento da cadência de produção permite uma redução de custos de mão-de-obra em 15.823,73 €. Com a mudança de zona, a fábrica já não iria estar sujeita a custos de transportes internos de *mid-box*, obtendo poupanças de 27.000 €.

Contudo, para ser possível realizar a operação na nova zona, foi necessário adaptar o processo de paletização às limitações da zona, o que contribuiu para o aumento do custo de produção das *mid-box*. O custo do material de embalagem, principal fator responsável pelo aumento dos custos de produção, atinge o valor de 70.366,24€, para a produção planeada de *mid-box* para 2017.

Como resultado final, foi possível modelar um *layout* que permite o correto desempenho da operação na nova zona de ensaio, existindo, contudo, a necessidade de encontrar formas alternativas para baixar os custos de produção. A utilização de material de embalagem mais barato, ou a implementação de uma nova linha de transporte, revelam ser alternativas viáveis para tornar a operação, na nova zona da fábrica, rentável.

# Abstract

It's through the continuous redefinition and process improvements that consumer packaging companies are able to sustain their relevance in the industry, either by developing new products, whose necessity arose from new consumer trends, or by improving already established processes. From the necessity to adapt to new trends in the market and to improve the safety of their operations, the factory of Nestle at Avanca saw the need to redefine their process of manual palletizing using half pallets. The current dissertation was developed with the main goal of presenting a set of proposals that are able to rightfully relocate the current operation in a new area of the factory.

With the initial analysis of the operation, using the ECRS analysis, the essential and nonessential processes of the operation were determined, leading the way to a critical analysis of each. This step allowed the creation of a set of proposals that reflected all the steps needed to ensure the correct performance of the operation in the new area. All the effort led to a small-scale trial of each proposal, with the main objective to test the new layout in a production environment and to analyze the data that they would be able to produce.

The results obtained were promising, showing an increase of pallets produced per hour in both products currently being palletized in half pallet while using the same number of workers currently attached to the operation at the original area. If the factory chooses to produce the planned production of mid box of 2017 – 22.440 units – over at the new area, the increase of pallets produced per hour reduces the cost of labor in 15.823,743 €. The new area also allows the factory to save 27.000 €, related to the transportation costs of the mid-box.

In order to successfully adapt the operation to the new area, there was a necessity to adapt the process of palletizing to the area limitations, thus contributing to an increase of the production costs of these particular products. The costs related to the packaging material, the sole responsible for the increase of production costs, reached values of 70.366,24 €, regarding the planned production of mid-box for 2017.

In the end, it was possible to create a *layout* that allowed the operation to have a good performance during its run. Still, there is the necessity to find alternative ways to lower the production costs. This can be achieved either by lowering the costs of the packaging material, or by implementing a new line solely for the transportation of goods related to the mid-box. This set of changes would allow the factory to reap the full benefits of the operation at the new area.

# Agradecimentos

Gostaria de, em primeiro lugar, agradecer à minha família, especialmente aos meus pais e irmã, que sempre me apoiaram em todas as decisões da minha vida, contribuindo para formar a pessoa que sou hoje.

À orientadora da empresa, Inês Bento, pelos conselhos e auxílio prestado durante a dissertação, em especial à forma célere com que resolveu os problemas que foram surgindo.

A todos os colaboradores da Nestlé que tive o prazer de conhecer e que foram sempre prestáveis e acessíveis. Um agradecimento especial aos colaboradores da zona de paletização automática pela ajuda fornecida ao longo de todo o projeto.

Ao Professor António Gomes, pela orientação, motivação, disponibilidade e confiança depositada ao longo de todo o projeto.

Aos meus amigos, pela companhia constante e momentos de diversão. Que se repitam muitos mais.

Finalmente, à Rita Adrego, pela constante companhia e palavras encorajadoras mesmo nas situações mais negativas.



*“Success is not final, failure is not fatal:  
it is the courage to continue that counts.”*

Winston Churchill



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	O desafio da paletização em meia palete . . . . .	5
1.2	Metodologia aplicada e objetivos . . . . .	5
1.3	Estrutura da Dissertação . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>8</b>
2.1	Logística e gestão da cadeia de abastecimento . . . . .	8
2.2	Paletes e o seu papel na cadeia de abastecimento . . . . .	9
2.3	As novas tendências do mercado - Meias paletes . . . . .	11
2.4	Design de Processos - Breve contextualização . . . . .	13
2.5	Impacto do <i>layout</i> na indústria . . . . .	13
2.6	Ferramentas de melhoria de processos – análise ECRS . . . . .	17
<b>3</b>	<b>Análise Inicial</b>	<b>19</b>
3.1	Organização dos processos . . . . .	19
3.2	Processos de produção . . . . .	20
3.3	<i>Layout</i> atual . . . . .	21
3.4	Análise ECRS à operação atual . . . . .	24
3.5	Indicadores de Processo escolhidos . . . . .	25
3.6	Zona de Paletização Automática . . . . .	26
3.6.1	Definição da zona de ensaios . . . . .	27
3.7	Restrições encontradas . . . . .	27
<b>4</b>	<b>Apresentação das soluções propostas</b>	<b>29</b>
4.1	Proposta A - Igual número de colaboradores . . . . .	29
4.2	Proposta B - Maior número de colaboradores . . . . .	31
4.3	Proposta C - Redefinição da zona A . . . . .	32
4.4	Proposta de nova área de paletização . . . . .	33
4.5	Síntese das propostas . . . . .	34
<b>5</b>	<b>Realização e análise dos ensaios</b>	<b>35</b>
5.1	Proposta B - Descrição da operação . . . . .	35
5.2	Proposta C - Descrição da operação . . . . .	38
5.3	Análise . . . . .	40
<b>6</b>	<b>Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>43</b>
6.1	Trabalho Futuro . . . . .	44
	<b>Referências</b>	<b>47</b>

<b>A</b>	<b>Paletização em meia palete - Cerelac</b>	<b>51</b>
<b>B</b>	<b>Análise ECRS à situação atual</b>	<b>52</b>
<b>C</b>	<b>Cadência produção meias paletes</b>	<b>54</b>



# Lista de Figuras

1.1	Objetivos NCE . . . . .	3
1.2	Modelo NCE . . . . .	4
1.3	Aspeto de uma <i>mid-box</i> . . . . .	5
1.4	Metodologia seguida ao longo do projeto . . . . .	6
2.1	Esquema da cadeia de abastecimento . . . . .	9
2.2	Distribuição do número de erros de <i>design</i> . . . . .	13
2.3	Relação entre tipos de processos e tipos de <i>layout</i> . . . . .	15
2.4	Exemplo de um <i>layout</i> funcional . . . . .	15
2.5	<i>Layout</i> em células de uma superfície comercial . . . . .	16
2.6	Diferentes tipos de <i>layout</i> num restaurante . . . . .	17
3.1	Nestlé em Avanca . . . . .	20
3.2	<i>Layout</i> atual . . . . .	21
3.3	Secções A e B do processo produtivo . . . . .	22
3.4	Operação de enchimento de <i>mid-box</i> . . . . .	22
3.5	Processos secção C . . . . .	23
3.6	Processos da secção E . . . . .	23
3.7	Meias paletes prontas para armazenar . . . . .	24
3.8	Mosaico de paletização de <i>Fibre 1</i> . . . . .	27
3.9	Zona de ensaios . . . . .	28
4.1	<i>Layout</i> da proposta A . . . . .	29
4.2	Sentido de remoção das meias paletes . . . . .	30
4.3	<i>Layout</i> da proposta B . . . . .	31
4.4	Primeira versão da organização da zona A . . . . .	32
4.5	<i>Layout</i> da proposta C . . . . .	33
5.1	Visão Geral do <i>layout</i> do ensaio da proposta B . . . . .	36
5.2	Limitação do espaço no ensaio da proposta B . . . . .	37
5.3	Remodelação da proposta B . . . . .	38
5.4	<i>Layout</i> físico da Proposta C . . . . .	39
5.5	Nova disposição - Zona D . . . . .	39
5.6	Fila de espera de <i>mid-box</i> . . . . .	40
A.1	<i>Layout</i> da operação de paletização em meia paleta - Cerelac . . . . .	51
B.1	Análise ECRS da paletização de Nestum 300g . . . . .	52
B.2	Análise ECRS da paletização de Nestum 700g . . . . .	53

B.3	Análise ECRS da paletização de Cerelac 1kg . . . . .	53
C.1	Registo paletização em meia palete - Nestum 100x700g . . . . .	54
C.2	Registo paletização em meia palete - Nestum 198x300g . . . . .	54
C.3	Registo paletização em meia palete - Cerelac 100x1 kg . . . . .	55

# Lista de Tabelas

1.1	Nestlé no Mundo . . . . .	2
1.2	Distribuição das unidades industriais da Nestlé Portugal . . . . .	2
1.3	Volume de produção na fábrica de Avanca em 2016 . . . . .	3
2.1	Paletes ISO . . . . .	10
2.2	Paletes EPAL . . . . .	11
3.1	Setores e respetiva produção . . . . .	19
3.2	Produtos atualmente paletizados em meia palete . . . . .	24
3.3	Cadência produção da paletização em meia palete . . . . .	26
3.4	Organização da paletização automática . . . . .	26
4.1	Área total da operação por zona . . . . .	33
4.2	Detalhe da proposta apresentada . . . . .	33
5.1	Resultados do ensaio B – Cerelac 1 kg . . . . .	37
5.2	Resultados do ensaio B – Nestum 300g . . . . .	38
5.3	Resultados do ensaio D – Nestum 700g . . . . .	39
5.4	Duração total dos transportes destinados à <i>mid-box</i> . . . . .	41
5.5	Aumento percentual dos custos de produção de <i>mid-box</i> . . . . .	41
5.6	Balanço final . . . . .	42

# Abreviaturas e Símbolos

NCE	Nestlé <i>Continuous Excellence</i>
VBA	<i>Visual Basic</i> para Aplicações
ECRS	Eliminar, Combinar, Reduzir, Simplificar
CDA	Centro de Distribuição de Avanço
WIP	<i>Work In Progress</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
CHEP	<i>Commonwealth Handling Equipment Pool</i>
LPR	<i>La Palette Rouge</i>
SMED	<i>Single-Minute Exchange of Die</i>

# Capítulo 1

## Introdução

A inovação no seio das indústrias, através do desenvolvimento de novos produtos que vão de encontro às necessidades dos clientes, é um passo essencial para uma empresa se manter competitiva. Apesar do reconhecimento da importância da inovação, [Beckeman e Skjöldebrand \(2007\)](#), por exemplo, afirmam que ainda não existe uma aposta suficiente na inovação por parte das empresas.

Neste capítulo será abordado, de uma forma introdutória e genérica, o esforço que a Nestlé tem vindo a realizar ao longo dos anos para se distanciar desta estagnação e se diferenciar dos seus concorrentes. Será também apresentada uma breve descrição do desafio proposto, objetivos a alcançar e detalhada a estrutura da dissertação.

### Nestlé S.A

Nos séculos XVII e XVIII a Finlândia, por exemplo, foi alvo de elevadas taxas de mortalidade. [Lancaster \(1990\)](#) refere que doenças como o sarampo e varíola contribuíram para a elevada taxa de mortalidade infantil, tendo sido os problemas de amamentação um dos fatores críticos que terá potenciado essas doenças. O caso da família de Henri Nestlé não foi exceção, uma vez que metade dos seus irmãos morreram antes de atingir a idade adulta ([Hendrickson III, 2014](#)). Esta situação preocupante, aliada à incapacidade das mães amamentarem os filhos, levou Henri Nestlé a desenvolver uma farinha láctea à base de leite de vaca, farinha e açúcar que viria a revelar-se um ótimo substituto do leite materno nos primeiros meses de vida dos bebés. Sendo apenas preciso água para fazer o preparado, a “*Farine Lactée Henri Nestlé*” (“Farinha Láctea Henri Nestlé”) viria a revolucionar os hábitos alimentares infantis por toda a Europa. A partir desse momento, a Nestlé começou a construir o seu império através do desenvolvimento de novos produtos e aquisições de outras empresas, sendo considerada uma das maiores empresas de alimentação e bebidas em termos de vendas ([Hollensen, 2007](#)), tendo atingido em 2016 um volume de vendas de 89,5 mil milhões CHF (Tabela 1.1).

Em Portugal, a história da Nestlé começou em 1933 graças ao Nobel da Medicina Prof. Egas Moniz que, através de um acordo com Henri Nestlé, obteve a licença para fabricar produtos Nestlé na Sociedade de Produtos Lácteos, Lda, empresa estabelecida pelo mesmo em 1923. Passados 94

Tabela 1.1: Nestlé no Mundo

Fonte: [Nestlé \(2016\)](#)

<b>Grupo Nestlé no mundo - 2016</b>	
Volume de vendas*	89.5
Número de fábricas	418
Número de colaboradores	328 000
Número de países abrangidos	191

\*Mil milhões de francos suíços

anos, a Nestlé Portugal possui, atualmente, 3 unidades industriais localizadas em Avanca, Porto e Lagoa, cada uma especializada na produção de diferentes gamas de produtos. Para além de unidades industriais, possui um centro de distribuição em Avanca (CDA) e o edifício sede em Linda-a-Velha.

A fábrica de Avanca, local onde foi realizada esta dissertação, possui, atualmente, cerca de 300 colaboradores que se encontram divididos de acordo com os produtos alimentares que produzem e que se encontram representados na Tabela 1.2.

Tabela 1.2: Distribuição das unidades industriais da Nestlé Portugal

Fonte: [Nestlé \(2016\)](#)

<b>Fábrica do Porto</b>	Café torrado
<b>Fábrica de Avanca</b>	Bebidas de cereais
	Cereais de pequeno-almoço
	Cereais infantis
	Cereais para toda a família
	Leite em pó
	Natas refrigeradas
	Nutrição clínica
	Produtos direccionados à restauração
<b>Fábrica de Lagoa</b>	Leite em pó
	Manteiga

Na Tabela 1.3 é possível visualizar o volume de produção da Fábrica de Avanca durante o ano de 2016.

### **Nestlé Continuous Excellence**

Apesar de ter sido [Womack et al. \(1990\)](#) o impulsionador do conceito da produção *lean*, termo utilizado para descrever um conjunto de práticas que têm como principal objetivo a redução de desperdício<sup>1</sup> e atividades que não acrescentam valor ao produto final, um conceito similar já tinha sido previamente abordado pela *Toyota*, através de metodologias *just-in-time* e de um sistema de produção, o *Toyota Production System* ([Holweg, 2007](#)). Desde então, autores como [Taj \(2008\)](#);

<sup>1</sup>"Muda" em japonês

Tabela 1.3: Volume de produção na fábrica de Avanca em 2016

Fonte: Nestlé (2016)

Categoria	Volume de produção
Farinhas infantis	32 %
Cereais de pequeno-almoço	26 %
Cereais para toda a família	18 %
Aglomerado de leite em pó	15 %
Produtos de base mistura a seco	
Natas refrigeradas	
Produtos solúveis com e sem café	9 %

Shah e Ward (2003); Womack e Jones (2003); Cua et al. (2001) referem os aspetos positivos que a implementação do pensamento *lean* fornece à indústria.

Com o objetivo de se tornar uma empresa de referência, e fazendo uso da importância do *lean* na indústria, a Nestlé desenvolveu o programa “NestléContinuous Excellence” (NCE), uma iniciativa que pretende orientar os colaboradores a compreender o que os consumidores e os clientes valorizam e contribuir ativamente para isso. A correta implementação deste conceito a nível da empresa/fábrica irá permitir aumentar a competitividade da empresa e encaminhar a mesma para um crescimento rentável, de forma a permitir à Nestlé:

- Baixar os custos;
- Tornar-se numa empresa mais ágil;
- Fortalecer a confiança entre clientes e consumidores.

O cumprimento destes pressupostos implica a implementação de um conjunto de práticas que irão contribuir para atingir os três objetivos máximos da iniciativa (Figura 1.1) :

- Eliminar tudo o que não acrescente valor para Consumidores e Clientes - **Zero Desperdício**;
- Alinhamento de objetivos - **UMA Equipa**;
- Envolver e motivar todos os colaboradores de forma a contribuírem para o que os Consumidores e Clientes valorizam - **100% de Compromisso**.



Figura 1.1: Objetivos NCE

Fonte: Nestlé (2016)

Para atingir os três objetivos atrás referidos é necessário, numa primeira etapa, dotar o colaborador de um conjunto de princípios que lhe irá permitir ser exímio nas suas atividades diárias bem como, assegurar que todas as suas tarefas são executadas com um elevado rigor. Para assegurar esses princípios foi criado o conceito de “Fundamentos do NCE”, que se traduz por um conjunto de ferramentas que permitem ao colaborador desenvolver a sua capacidade para resolver problemas, tanto a nível individual como em grupo. Os “Fundamentos do NCE” são :

- **Cumprimento** - Garante que todos os colaboradores e produtos seguem as leis aplicáveis e regulamentos internos e externos. Garante que é feito sempre o correto, em todas as situações.
- **Desenvolvimento de Liderança** - Trata-se de um conjunto de práticas que ajuda, tanto os líderes atuais da Nestlé como os futuros, a promover uma cultura de melhoria contínua e de elevado desempenho.
- **Alinhamento de Objetivos** - Alinhar todos os níveis da organização de forma a atingirem um objetivo comum que está em par com a prioridade de negócio. Incentiva a correta definição de metas e como alcançá-las.

Obtendo a aprovação da correta aplicação dos ensinamentos base do NCE (“NCE Gate”), é possível avançar para a fase “Práticas avançadas de NCE”, que engloba as metodologias de *Lean Value Stream*, *Lean Office*, *Lean Innovation* e *Total Productive Maintenance* (Figura 1.2). São elas que irão permitir fortalecer os procedimentos dentro das fábricas eliminando ainda mais desperdício e adicionando mais valor ao produto que é entregue aos clientes e consumidores.

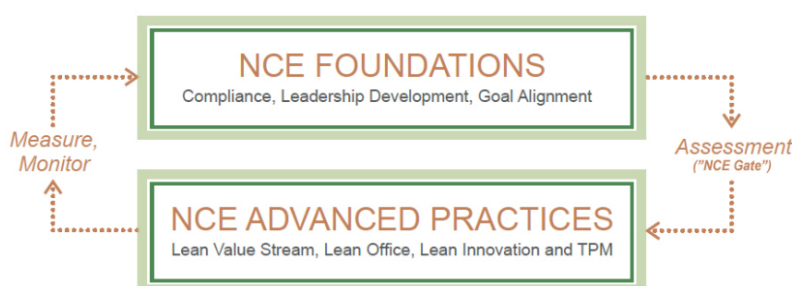


Figura 1.2: Modelo NCE

Fonte: [Nestlé \(2016\)](#)

É através da aplicação do NCE que têm sido atingidos vários objetivos, nomeadamente a melhoria de processos produtivos atuais, bem como a criação de novos. Para manter a sua competitividade e continuar a inovar, a Nestlé precisa de continuar a desenvolver processos de melhoria interna que, aliadas ao NCE, irão permitir ir de encontro às necessidades em constante mudança por parte dos seus clientes e consumidores.



## 1.1 O desafio da paletização em meia paleta

Numa era onde se assiste cada vez mais ao aumento do grau de competitividade entre as empresas, torna-se cada vez mais fulcral redefinir e otimizar processos que outrora eram vistos como não essenciais para o desenvolvimento de uma empresa. Esta afirmação estende-se às grandes indústrias de alimentação e bebida que durante anos gozaram de um monopólio que tem vindo lentamente a ser ameaçado face ao aparecimento de novos competidores e a uma mudança de mentalidade por parte do consumidor (Kusek, 2016).

Para contrariar esta tendência a Nestlé S.A, doravante designada por Nestlé, tem vindo a fazer grandes investimentos orientados para a criação de produtos que vão de encontro às exigências cada vez mais altas dos seus clientes e consumidores finais (Smith et al., 2014). Uma dessas criações resultou na venda a retalho, às grandes superfícies, de produtos paletizados em meia paleta, internamente designado por *mid-box* (Figura 1.3).



Figura 1.3: Aspeto de uma *mid-box*

A impossibilidade de realizar esta paletização de uma forma automática, devido a limitações atuais das instalações, faz com que este tipo de paletização esteja atualmente alocada numa área de produção que não beneficia a fábrica nem em termos de fluxo, custos e segurança, existindo assim uma necessidade de definir um novo local e, consequentemente, um novo *layout*.

## 1.2 Metodologia aplicada e objetivos

O tema proposto pela Nestlé baseia-se no processo de paletização manual em meia paleta. É esperado que seja realizada uma análise detalhada do processo em causa para que seja possível transpor o *layout* atual da linha de embalagem para a linha de paletização automática sem afetar, no entanto, a cadência de produção da meia paleta.

Na Figura 1.4 é possível observar a visão global da metodologia seguida. É possível verificar que foi realizado, inicialmente, um levantamento do processo atual (*As-Is*). Uma correta definição do processo seria impossível sem que primeiro tivesse sido documentado todas as etapas e materiais necessários bem como a mão-de-obra indispensável para a correta realização do processo de

paletização manual. O *input* dos colaboradores foi também tido em consideração, nomeadamente, em termos de dificuldades sentidas durante a operação, mas também relativamente a possíveis melhorias que poderiam ser implementadas.

Após reunir as informações necessárias seguiu-se um período de conceção de propostas sólidas, sendo que cada uma era alvo de um escrutínio a nível pessoal e por parte dos responsáveis pela operação com o principal objetivo de avaliar a solidez da proposta. Só poderiam avançar para a fase de ensaios as propostas que revelassem ter sido concebidas com as zonas de trabalho corretamente delimitadas, assim como as zonas destinadas para a alocação do material que serve de suporte à operação.

Terminada a fase de discussão das propostas, as que foram escolhidas como possíveis de ser aplicadas a nível da operação foram alvo de ensaios. Os ensaios foram realizados para ter uma primeira impressão do desempenho da operação, tanto ao nível da proposta como ao nível da nova zona de ensaio. A última fase focou-se na discussão dos resultados obtidos nos ensaios culminando na apresentação dos resultados à fábrica.

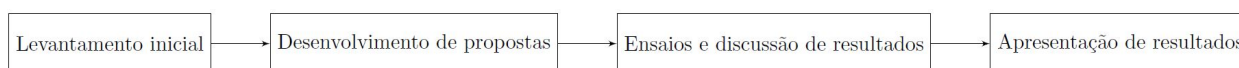


Figura 1.4: Metodologia seguida ao longo do projeto

Tendo em conta as necessidades da fábrica, foram delineados três objetivos principais a serem atingidos:

**Aumentar a segurança da operação** – Será imprescindível um planeamento rigoroso de forma a contemplar a área necessária para os intervenientes da operação, assegurando ao mesmo tempo a existência de espaço suficiente para os operadores realizarem livremente e em segurança as suas funções.

**Cadência de produção de paletes não afetada** – Uma das principais preocupações da fábrica em transpor operação para uma nova zona da fábrica é o receio de ter a cadência de produção de paletes afetada negativamente. A redefinição da operação terá de ser feita de modo a alcançar um fluxo constante para permitir manter os níveis de cadência atual, ou até mesmo melhorar esses valores.

**Redução dos custos da operação** – Os custos da operação envolvem os custos de produção das *mid-box* bem como os custos de transporte que a fábrica incorre atualmente.

### 1.3 Estrutura da Dissertação

Tendo apresentado brevemente o problema, seguido de uma apresentação resumida da empresa no Capítulo 1, o Capítulo 2 irá focar-se na revisão literária que serviu de apoio aos conceitos aplicados ao longo do projeto.

No capítulo 3 serão fornecidas informações detalhadas do processo aquando a chegada à empresa e as oportunidades de melhoria detetadas.

No Capítulo 4 será apresentada e analisada a solução encontrada para a fábrica bem como o seu impacto nas suas operações internas.

O capítulo 5 irá conter descrições pormenorizadas dos desafios encontrados durante os ensaios das propostas apresentadas à fábrica e os resultados provenientes dos mesmos.

No Capítulo 6 serão apresentadas as conclusões finais e a continuidade do projeto na empresa no que diz respeito aos próximos desafios a enfrentar e ainda algumas possíveis melhorias adicionais.

## Capítulo 2

# Revisão Bibliográfica

O presente capítulo descreve a revisão bibliográfica sobre o impacto da meia palete na indústria e, de uma forma geral, os diferentes tipos de *layout* que podem ser encontrados a nível fabril. Após a consulta de várias fontes optou-se por apresentar uma revisão sucinta mas que fosse capaz de explorar diferentes áreas. Assim, a primeira parte encontra-se dividida em duas secções distintas, a primeira focando-se na logística e a gestão da cadeia de abastecimento, destacando o papel da palete neste meio. Segue-se a apresentação do papel da meia palete na indústria e as razões que levaram ao aumento da procura da mesma. A segunda parte dedica-se a explorar o conceito de *layout* e as suas variantes. Na parte final do capítulo é possível encontrar breves referências à análise ECRS, uma ferramenta *lean* utilizada durante o desenvolvimento do projeto.

### 2.1 Logística e gestão da cadeia de abastecimento

O *Council of Supply Chain Management Professionals* <sup>1</sup> define a “Logística” ou “Gestão da Logística” como sendo “(...) uma parte da gestão da cadeia de abastecimento que planeia, implementa, e controla eficientemente e eficazmente os fluxos direto e inverso e as operações de armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo com o intuito de ir de encontro aos requisitos do cliente” (CSCMP, 2010).

Min e Zhou (2002) definem a cadeia de abastecimento como sendo um sistema integrado composto por um conjunto de processos relacionados entre si, com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento de um produto. É um sistema que é responsável por acompanhar todo o desenvolvimento de um produto, desde a obtenção de matéria prima até à entrega ao cliente final. Outrora um segmento pouco valorizado nas empresas (Gattorna, 1998), tem recebido crescente atenção e importância por parte destas, nomeadamente no que diz respeito ao melhoramento da eficiência das suas cadeias de abastecimento.

A Figura 2.1 apresenta uma representação simplificada de uma cadeia de abastecimento, composta por cinco intervenientes principais, agrupados em dois grandes grupos: **responsáveis pela gestão de produto** e **responsáveis pela distribuição e logística**. O primeiro grupo abrange os

---

<sup>1</sup>Principal associação mundial de profissionais na área de gestão de cadeias de abastecimento

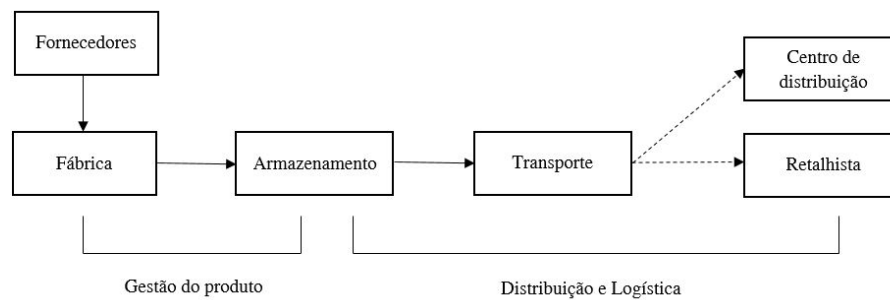


Figura 2.1: Esquema da cadeia de abastecimento  
Adaptado de: [Beamon \(1998\)](#)

Fornecedores e os Produtores, sendo ambos responsáveis pela correta gestão das matérias primas e controlo da produção do produto final. O segundo grupo é composto pelos Distribuidores e Retalhistas. Este é o grupo responsável por realizar todo o esforço logístico que assegura o percurso do produto deste o local de produção até ao consumidor final.

A gestão dos recursos mencionados anteriormente é assegurado pelo conceito de “Gestão da Cadeia de Abastecimento”. [CSCMP \(2010\)](#) define que: “A Gestão da Cadeia de Abastecimento engloba o planeamento e gestão de todas as atividades envolvidas em *sourcing* e *procurement*, conversão e todas as atividades associadas à gestão logística. Numa nota mais importante, inclui também a coordenação e colaboração com os parceiros da cadeia, sejam eles fornecedores, intermediários, prestadores de serviços logísticos e clientes. Na sua essência, a gestão da cadeia de abastecimento integra o abastecimento e a procura dentro e entre empresas.”

## 2.2 Paletes e o seu papel na cadeia de abastecimento

Apesar de ter sido em 1930 a primeira vez que as paletes foram aplicadas a nível industrial ([Yam, 2009](#)), foi a invenção do empilhador a gás que permitiu, durante a Segunda Guerra Mundial, fornecer o impulso necessário para que o uso da paleta se tornasse mais generalizado. Comprovada a elevada eficiência de movimentação de bens obtida pela combinação do uso dos empilhadores e paletes, no que diz respeito à elevada velocidade com que era possível transportar, empilhar e armazenar os bens, rapidamente o uso da paleta como meio de transporte de bens foi implementado a nível fabril.

Atualmente as paletes encontram-se no centro da cadeia de abastecimento, permitindo o transporte de bens desde o início da sua produção até serem recepcionados pelo cliente final. Nos Estados Unidos circulam mais de dois biliões em qualquer momento, existindo 94% de materiais industriais e bens de consumo interno que são transportados por uma paleta em algum momento da sua cadeia de abastecimento ([Logistics Inbound, 2016](#)). A mesma fonte reporta que entre 2014 e 2019 é esperado que o mercado das paletes veja um crescimento da Taxa de Crescimento Anual Composta de 4,6%.

Empresas como a IKEA estão constantemente a mudar a forma dos seus produtos, não só devido à estética mas também para tentar otimizar o espaço que os mesmos ocupam na paleta. [Vanderbilt \(2012\)](#) refere o exemplo das canecas *Bang* que viram o seu *design* ser alterado para possibilitar expedir 2,204 canecas numa só paleta, em vez das 864 canecas que era inicialmente possível. Com este foco na otimização do espaço disponível numa paleta foi possível obter-se uma redução de 60% em custos de transporte.

[Paine \(1990\)](#) define a paleta como sendo uma plataforma plana portátil construída para sustentar uma carga e permitir o seu manuseamento através do auxílio de equipamento mecânico. Admite, contudo, que apesar de a maior parte das paletes se adequar à definição apresentada, existem certos tipos que não são planas ou não são descritas propriamente como uma plataforma. Atualmente a paleta evoluiu e, para além da paleta de madeira comum, já é possível encontrar paletes de plástico, metal e madeira prensada, sendo, esta última, uma opção mais amiga do ambiente. No que diz respeito à Europa, o principal material usado na construção de paletes continua a ser a madeira, existindo atualmente em circulação cerca de 4 biliões de paletes ([Conselho Económico e Social, 2016](#)) na Europa. [MGuire \(2015\)](#) refere as vantagens e desvantagens do uso de paletes, das quais se destacam as seguintes:

#### Vantagens

- Internacionalmente normalizadas
- Permitem movimentar grandes volumes de materiais e armazená-los adequadamente
- Reduzem riscos de lesão associados à movimentação de bens
- Utilização versátil

#### Desvantagens

- Peso adicional
- Necessário equipamento para as manusear
- Não são eficientes para armazenar bens de dimensões pequenas nem em poucas quantidades
- Os pregos e pedaços de madeira partidos são um risco à segurança dos intervenientes

Relativamente aos formatos das paletes, a *International Organization for Standardization*<sup>2</sup> (ISO) considera a existência dos formatos presentes na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Paletes ISO

Adaptado de: [Richards \(2014\)](#)

Dimensão em mm (Largura x Comprimento)	Região utilizada
1219 x 1016	América do Norte
1000 x 1200	Reino Unido e Ásia - Referida como "paleta UK" ou "paleta industrial"
1165 x 1165	Austrália
1067 x 1067	Maior parte dos países
1100 x 1100	Ásia
800 x 1200	Europa - Apelidada de "europalete"

<sup>2</sup>Entidade mundial que desenvolve e publica normalizações internacionais.

Relativamente à gestão de paletes, as empresas podem optar por um sistema fechado ou por um sistema aberto. Num sistema fechado a empresa fica responsável por comprar e gerir as suas próprias paletes. Toda a manutenção da paleta, em termos de reparação de danos, é feita por parte da empresa. Por outro lado num sistema aberto, habitualmente chamado de *pooling system*, a gestão das paletes fica a cargo de empresas especializadas, como por exemplo, a *Commonwealth Handling Equipment Pool* (CHEP), *La Palette Rouge* (LPR) e *Pooling Partners* (PRS). Nesta gestão a manutenção das paletes e o seu seguimento fica a cargo das empresas previamente referidas.

O sistema empregue pela *European Pallet Association*<sup>3</sup> (EPAL), é diferente no sentido em que se foca na reutilização da europaleta.

Tabela 2.2: Paletes EPAL

Adaptado de: [EPAL \(2017\)](#)

Designação	Dimensão (Comprimento x Largura)
Europalete	800 x 1200
EPAL 2	1200 x 1000
EPAL 3	1000 x 1200
EPAL 6	800 x 600
EPAL 7	800 x 600
EPAL <i>box</i> pallet	800 x 1200

Todas as paletes aprovadas pela associação passam a fazer parte da rede europeia de paletes. Neste sistema a reposição de paletes é feita numa razão 1:1, sendo que os transportadores recebem o mesmo número de paletes que entregam ao cliente. A associação é responsável pela gestão das paletes bem como do controlo de qualidade das mesmas. Na tabela 2.2 é possível visualizar as diferentes gamas de paletes em uso pela associação.

## 2.3 As novas tendências do mercado - Meias paletes

Em 2002, a *Grocery Manufacturer's Association* publicou um estudo onde concluiu que um retalhista perde cerca de 4% em vendas devido a falta de *stock*. Avançando para 2016 ainda se verificam problemas relacionados com a eficaz movimentação de produtos e o seu armazenamento, especialmente num período onde gigantes como a *Amazon* são responsáveis pela movimentação em massa de produtos ([Supply Chain 247, 2016](#)).

Uma solução para este problema passa pela utilização da meia paleta. A ([CHEP, 2015](#)) apresenta várias vantagens das meias paletes nomeadamente a redução dos custos de embalagem,

<sup>3</sup>Organização a nível mundial responsável por creditar empresas que produzem e reparam europaletes de acordo com as elevadas exigências da associação

redução dos custos de *picking* nos centros de distribuição, redução do tempo do ciclo de reabastecimento do produto, aumento da disponibilidade do produto na prateleira e aumento na produtividade e vendas. Aos retalhistas de média dimensão não lhes é conveniente fazer encomendas em grande escala, maioritariamente por falta de espaço de armazenamento. A opção da meia paleta traz consigo a vantagem de ser facilmente reposta na superfície comercial, chamando mais facilmente o produto e diminuindo o espaço ocupado (Logistics Inbound, 2016).

Para além dos benefícios que fornecem aos clientes finais, a meia paleta otimiza também o espaço durante o transporte ao longo da cadeia de abastecimento e contribui para a diminuição da pegada ecológica da cadeia. A Boise (2015), empresa líder de material de embalagem e papel, ao utilizar a meia paleta em combinação com as europaletes durante o transporte de materiais nos veículos, foi capaz de otimizar a área utilizada em 14%. Obteve também uma redução de 190 toneladas de CO<sub>2</sub>. LeBlanc (2014) alega que mais de metade das paletes utilizadas pelo mercado de *fast moving consumer goods* em França são meias paletes. LeBlanc (2014) apresenta várias razões para a adoção de paletes de menores dimensões:

- Alguns produtos podem apresentar requisitos de espaço que não justificam a utilização de uma paleta, como por exemplo dispositivos médicos e equipamentos eletrónicos.
- As portas presentes nos retalhistas de pequena dimensão não possuem as dimensões que são encontradas nas portas dos centros de distribuição, o que os obriga a procurar por alternativas à europalette.
- Os custos de *picking*, referidos anteriormente, são bastante reduzidos uma vez que não existe a necessidade de realizar encomendas de menor dimensão, o que obriga à preparação manual do produto no centro de distribuição. Para além da redução dos custos, existe uma redução dos erros e danos provenientes do *picking*.

Em Portugal a importância das meias paletes da indústria não é ignorada. Em 2007 a Sumolis, empresa fabricante de bebidas não-alcoólicas atualmente conhecida como “Sumol+Compal”, investiu numa linha de robôs dedicados à produção de meias paletes e paletes de exposição. O investimento permitiu a redução significativa dos custos provenientes da operação manual de paletização (Sumolis, 2007). As lojas Continente Bom Dia também viram as vantagens que as meias paletes oferecem, tendo desenvolvido projetos com o objetivo de otimizar o processo de preparação e transporte das mercadorias para as lojas, adotando, assim, as meias paletes como elemento de transporte (Sonae, 2012).

A utilização de meias paletes para o transporte das *mid-box* foi um dos projetos que contribuiu para que a Nestlé reduzisse a emissão de CO<sub>2</sub> em 5% comparativamente ao ano de 2013. Para além disso, a utilização da meia paleta permitiu aumentar a saturação *outbound* (Nestlé Portugal, 2014). No que diz respeito ao impacto na fábrica de Avanca, é esperado que até ao final de 2017 seja produzido um volume de 1.780 toneladas de produto paletizado em meia paleta, sendo necessário uma quantidade de 25.000 meias paletes (Nestlé, 2016) para a sua paletização, evidenciando o papel cada vez mais protuberante da meia paleta na fábrica de Avanca.



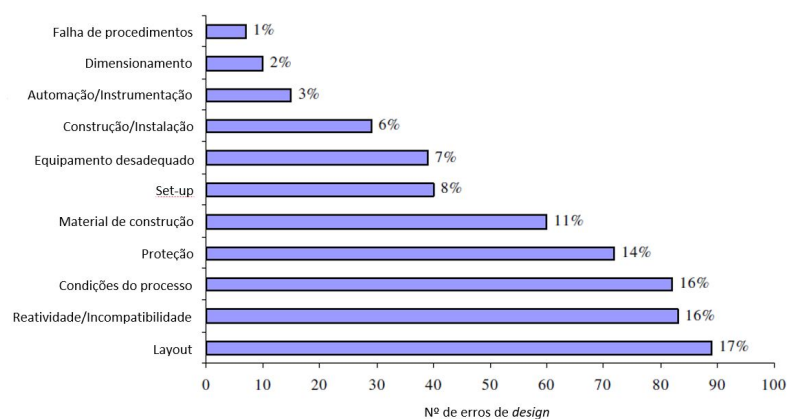


Figura 2.2: Distribuição do número de erros de *design*  
Adaptado de: [Kidam e Hurme \(2012\)](#)

## 2.4 Design de Processos - Breve contextualização

Antes de abordar o tema de *layout* é necessário referir os processos que o influenciam diretamente. O *design* de processos é um conceito que permite definir claramente os processos que servem de base ao *layout*. Segundo [Kumar e Suresh \(2008\)](#), o *design* de processos engloba todo um conjunto de decisões que delimita os processos necessários para converter as matérias primas em produto terminado. As decisões que fazem parte deste grupo vão desde a seleção de processos, escolha de tecnologia, análise do processo de produção e do *layout* da fábrica.

## 2.5 Impacto do *layout* na indústria

De acordo com [Drira et al. \(2007\)](#), um *layout* fabril consiste na organização dos recursos necessários para a produção de bens ou entrega de serviços. Trata-se de englobar a necessidade de organizar todos os recursos disponíveis dentro da fábrica para que seja possível alcançar o *output* desejado, quer em termos de qualidade como de quantidade. Devido ao papel que desempenha a nível da produção de uma fábrica, torna-se um aspeto que todos os gestores de produção devem ter em conta aquando da definição de uma sequência de processos. [Kidam e Hurme \(2012\)](#), por exemplo, realizaram um estudo a nível das indústrias de processos químicos para analisar a contribuição dos erros de *design* para acidentes relacionados com processos químicos (Figura 2.2). Estes erros foram contabilizados tendo em conta diferentes vertentes, como por exemplo, a falta de procedimentos a seguir por parte dos operadores, a incompatibilidade do equipamento em uso, o incorreto dimensionamento do *layout*, entre outros. Dos 284 casos estudados, 79% (224 casos) estava relacionado com erros de *design*.

[Chase et al. \(2006\)](#) defendem que os principais fatores a ter em conta para decisões a nível de *layout* são:

- Objetivos detalhados e critérios correspondentes para serem usados como de uma avaliação. Os indicadores mais habituais são o espaço necessário e a distância percorrida entre

elementos do *layout*.

- Estimativa da procura do produto, ou serviço.
- Número de operações a realizar e fluxo entre os elementos que compõem o *layout*.
- Requisitos de espaço para os elementos do *layout*.
- Espaço disponível na fábrica

A filosofia de que as empresas têm de ser capazes de adaptar os seus processos para se manterem competitivas também é aplicável a nível do *layout* (Yang et al., 2000). Para que as empresas sejam capazes de ser competitivas, nomeadamente através da redução dos custos dos seus processos, é necessário que os *layouts* fabris sejam flexíveis. Autores como Benjaafar e Sheikhzadeh (2000) defendem que deve existir um esforço, por parte das unidades de produção, em possuir elevados níveis de flexibilidade para serem capazes de se adaptarem mais rapidamente ao mercado. (Webster e Tyberghein, 1980) vão mais além e defendem que o *layout* mais flexível é aquele que apresenta um custo de operação baixo ao longo de vários cenários de procura.

Kumar e Suresh (2008) definiram que a simplificação do fluxo do processo de produção, a minimização do investimento em equipamento e a minimização do tempo global da operação são alguns dos exemplos a ter em conta aquando da definição de um novo *layout*. Princípios como a minimização da distância percorrida pelos colaboradores, máxima flexibilidade e fluxo de materiais são também referidos como linhas orientadoras para a estruturação de um *layout*.

No que diz respeito aos diferentes tipos de *layout*, pode ser encontrada literatura que apresenta diferentes definições. Jacobs e Chase (2011) defendem a existência de três tipos básicos de *layout* - *layout* funcional, linha de montagem, *layout* de projeto - e um mais avançado, células de produção. Por outro lado, Kumar e Suresh (2008) definem que um *layout* pode ser classificado como pertencente a cinco grupos: *layout* de processos, *layout* de produto, *layout* misto/combinado, *layout* de posição fixa e *layout* de grupo. Slack et al. (2013), por outro lado, defende que os quatro tipos de *layout* básicos que podem ser encontrados são: *layouts* de posição fixa, *layout* funcional, *layout* em célula e *layout* de linha. Na Figura 2.3 é possível observar a relação entre os diferentes tipos de processo mencionados na secção ?? e os diferentes tipos de *layout* sugeridos por Slack et al. (2013).

Os *layouts* apresentados na Figura 2.3, apresentam as seguintes características e vantagens/desvantagens (Gupta, 2007):

**Layout de posição fixa** – Neste tipo de *layout* todos os recursos necessários para a conceção de um determinado produto deslocam-se para o encontro do mesmo. Trata-se de uma técnica de produção usada para construção de produtos que são demasiado grandes para andarem a percorrer diferentes recursos à medida que são construídos. A construção de aviões, navios, pontes são exemplos de *layouts* deste género. A localização centralizada é assim a principal vantagem deste tipo de *layout*, uma vez que para além de colocar o produto numa única zona, é possível observar a evolução global do projeto numa única localização.

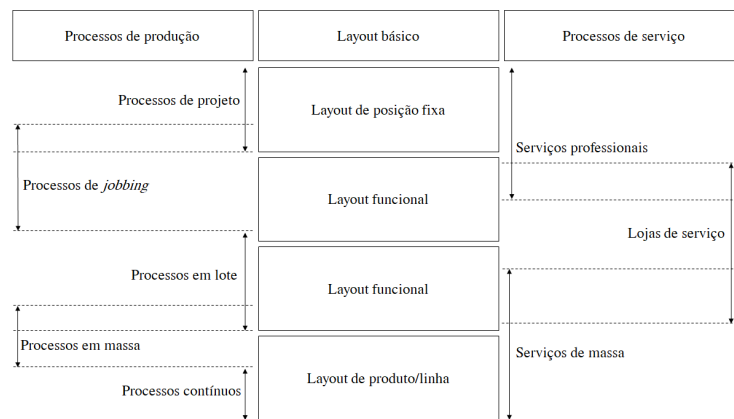


Figura 2.3: Relação entre tipos de processos e tipos de *layout*  
Adaptado de: Slack et al. (2013)

A limitação do espaço disponível, devido à operação se focar em torno do produto, os problemas de planeamento que podem existir por causa de atrasos de qualquer tipo de material, equipa de trabalho ou veículo e o elevado custo da operação, uma vez que é feito um esforço para concentrar todos os intervenientes num único local, são as principais desvantagens deste tipo de *layout*.

**Layout funcional** – Os ambientes que optam por um *layout* funcional têm os seus recursos e equipamentos agrupados de acordo com os processos que desempenham. Existe uma tendência de agrupar máquinas que desempenham as mesmas funções a uma determinada zona, enquanto que os recursos que desempenham funções diferentes na conceção do produto são colocadas noutra zona da fábrica. Existe assim uma divisão entre os processos, apesar do seu agrupamento. Os produtos, ou pessoas, têm de percorrer estas "estações" de acordo com o seu objetivo. Na figura 2.4 é possível observar a organização de uma biblioteca seguindo este tipo de organização.

A flexibilidade que o *layout* oferece, bem como a capacidade de expandir a instalação e a

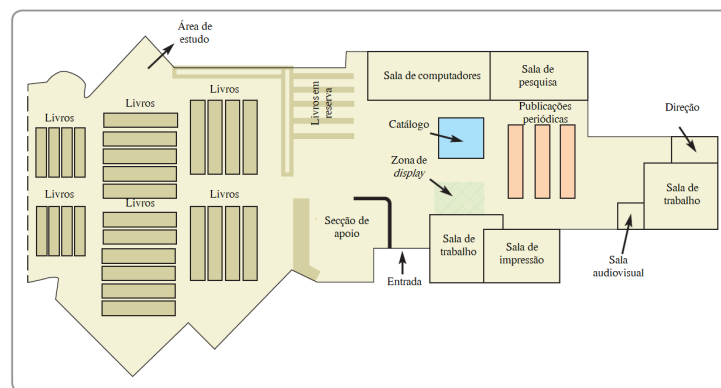


Figura 2.4: Exemplo de um *layout* funcional  
Adaptado de: Slack et al. (2013)

possibilidade de utilizar os equipamentos na sua plenitude são algumas das vantagens deste tipo de *layout*. Por outro lado, a elevada necessidade de mão-de-obra especializada, aliada a uma acumulação de *work in progress* (WIP) são apontadas como algumas das desvantagens.

**Layout em células** – A organização em células neste modelo permite reduzir a complexidade que caracteriza o modelo funcional mencionado anteriormente. Ao contrário deste, o *layout* em células organiza os seus recursos em grupos de acordo com o papel que desempenham na cadeia de operações. A organização no seio das células pode optar por aplicar conceitos de um *layout* funcional ou de produto. Para além de ser comum em ambientes fabris, este tipo de *layout* é bastante comum em serviços, como por exemplo nas grandes superfícies. Apesar de possuírem lojas dedicadas à transação de certos bens (joias, livros, filmes, entre outros), certas lojas são organizadas tendo em conta a natureza do produto, vendendo vários artigos relacionados com a temática, não se focando em apenas um tipo de produto. A Sport Zone, cadeia de artigos de desporto do grupo Sonae, segue este tipo de organização. Outro exemplo mais em concordância com a Figura 2.5 é a organização a nível do *El Corte Inglés*.

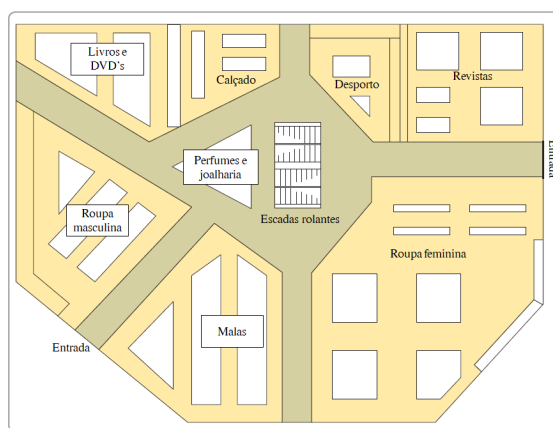


Figura 2.5: *Layout* em células de uma superfície comercial  
Adaptado de: [Slack et al. \(2013\)](#)

As vantagens traduzem-se em produções mais fiáveis, melhor utilização dos recursos e espaço disponível e uma maior capacidade de produção. Contudo, os elevados custos de implementação do *layout*, a dificuldade em produzir peças não normalizadas e em realizar mudanças são desvantagens associadas a este *layout*.

**Layout de produto/linha** – Caraterizado pela existência de um fluxo pré determinado do produto, desde o início até ao fim da sua conceção. A disposição dos recursos é feita para ir de encontro às necessidades da matéria a ser transformada. Cria-se assim uma “linha” por onde percorre o fluxo de transformação do produto, sendo que para cada etapa necessária para a conceção do produto ocorre exatamente no local onde os recursos estão disponibilizados. As linhas de montagem dos automóveis são um exemplo clássico deste tipo de disposição de recursos.

Existe ainda um outro tipo de *layout* que se baseia na combinação de elementos de vários tipos de *layout* previamente mencionados. O *layout* misto surge assim como resposta à necessidade de oferecer uma grande versatilidade ao serviço em que é aplicado. Na Figura 2.6 é possível observar a presença de diferentes tipos de *layout* dentro do mesmo serviço.

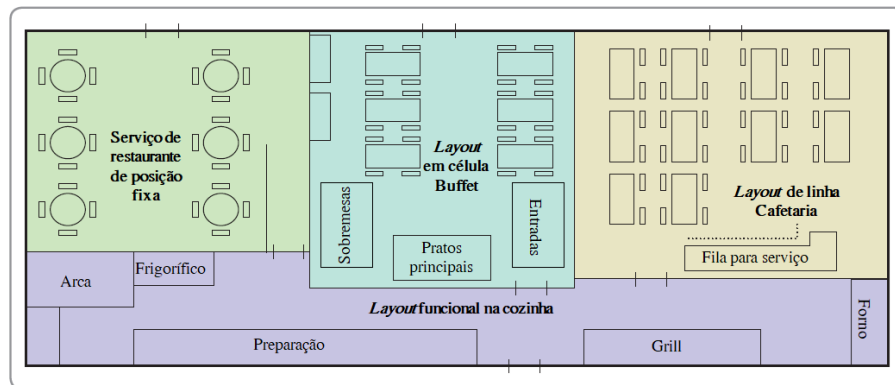


Figura 2.6: Diferentes tipos de *layout* num restaurante  
Adaptado de: [Slack et al. \(2013\)](#)

## 2.6 Ferramentas de melhoria de processos – análise ECRS

Para permitir uma melhor análise aos processos, existe a necessidade de realizar uma análise crítica e minuciosa a todas as etapas do processo. Nesse sentido, a análise ECRS surge como uma ferramenta que permite realizar análises bastante detalhadas dos processos produtivos, focando-se em melhorar as atividades que o constituem. Os princípios por detrás desta ferramenta são:

- **Eliminar** - Consiste em eliminar todas as operações que não adicionam valor à operação. É um passo essencial no que diz respeito à identificação de acções que podem estar a atrasar o processo por não serem essenciais à operação global.
- **Combinar** - Combinar operações que sejam semelhantes.
- **Reduzir** - Reduzir o tempo das operações/tarefas.
- **Simplificar** - Simplificar as tarefas.

Os benefícios do uso da análise ECRS têm sido documentados em vários artigos. [Ongkunaruk e Wongsatit \(2014\)](#), com o intuito de melhorar a produtividade da preparação de alimentos congelados, aumentaram a eficiência da linha aplicando os conceitos da análise ECRS. No estudo realizado, através da análise ECRS foi possível combinar estações de trabalho e simplificar processos já existentes para melhorar o tempo de ciclo e obter uma redução de 14 operadores associados à operação. [Guo et al. \(2015\)](#) aplicou a análise ECRS para otimizar a linha de produção de uma determinada empresa. Terminada a análise, os ciclos de produção dos processos de embalagem

foram aumentados e ocorreu uma diminuição do inventário de peças semi-acabadas. A implementação da ferramenta *Single-Minute Exchange of Die*, em conjunto com uma análise ECRS, permitiu diminuir o tempo total de *setup* de uma fábrica de rolamentos em 81 minutos (Pawar et al., 2014). Chantarachalee et al. (2014) aplicou a análise ECRS, entre outras ferramentas *lean*, à cadeia de abastecimento de materiais de construção com o principal objetivo de a tornar mais *lean*, atingindo uma redução do tempo de aprovisionamento de 18,85 dias para 7,2 dias.

## Capítulo 3

# Análise Inicial

De forma a ser possível compreender o fluxo de produtos desde o local onde são produzidos até serem armazenados é essencial fazer-se uma descrição plena da organização dos processos. Para além disso, é essencial apresentar o *layout* atual adotado pela fábrica para a produção de produto paletizado em meias paletes, bem como, a zona da fábrica onde os ensaios das propostas de *layout* ocorreram. Tendo em conta estas necessidades a estruturação do presente capítulo foi concebida em duas partes sendo que, a primeira dedica-se a apresentar as operações da fábrica e o processo de paletização em meia paleta. A segunda parte foca-se na descrição da zona de paletização automática e desafios encontrados.

### 3.1 Organização dos processos

Na Figura 3.1 é possível observar as instalações da Nestlé em Avanca. Do lado direito da figura encontra-se a unidade fabril da Nestlé, enquanto que do lado esquerdo está presente o Centro de Distribuição de Avanca (CDA), local de armazenamento e expedição dos produtos produzidos pela fábrica e de produtos provenientes de outras fábricas. No que diz respeito à fábrica, esta encontra-se dividida em dois setores de produção designados, internamente, por Setor 2 e Setor 3. Na tabela 3.1 é possível visualizar as gamas de produtos que são fabricadas em cada setor.

Tabela 3.1: Setores e respetiva produção

Setor	Produto produzido	Marcas
2	Bebidas de cereais	Mokambo, Tofina, Pensal, Bolero e Brasa
	Leite em pó	Nestlé Milano, Molico, Nestlé Alegria
	Misturas a seco	Nesquik achocolatado e Nido
	Natas refrigeradas	Longa Vida
3	Cereais de pequeno almoço	Chocapic, Nesquik e Estrelitas
	Cereais para toda a família	Nestum, Pensal Farinha
	Nutrição Infantil	Cerelac



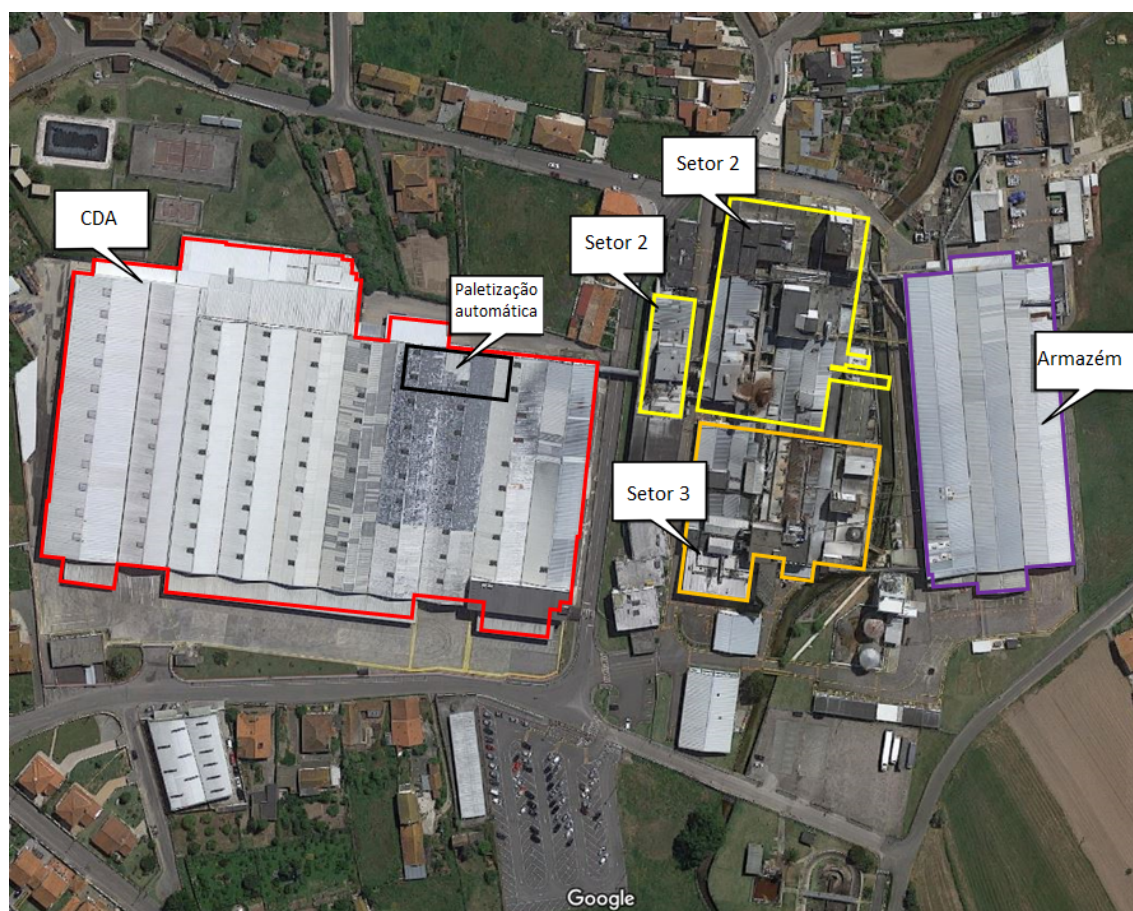


Figura 3.1: Nestlé em Avança

### 3.2 Processos de produção

Produtos como cereais de pequeno-almoço (Estrelitas, Chocapic, Nesquik), farinhas infantis (Cerelac) e cereais para toda a família (Nestum) têm a sua produção distribuída por três linhas de produção e diferentes tecnologias. Os cereais de pequeno almoço são produzidos por um processo de extrusão e as farinhas infantis e cereais para toda a família por um processo de secagem por rolos.

Inicialmente as matérias primas sólidas e líquidas passam por um misturador. É durante esta fase que é adicionada uma mistura de cereais hidrolisados enzimaticamente com o principal objetivo de facilitar a digestão do produto. Após a etapa anterior estar concluída, a mistura segue para um processo de pasteurização e posteriormente de secagem em secadores de rolos. Após a secagem o produto passa por um moinho com malhas de diâmetros pré-definidos. É durante esta fase que o produto adquire diferentes granulometrias - farinha ou flocos. O Nestum, por exemplo, adquire a sua forma característica de flocos à saída do moinho. Finalmente, o produto segue para silos onde é armazenado.

Terminada a fase de produção da base do produto, segue-se a fase de diferenciação do produto. Durante todas as etapas do processo o produto é sujeito a diversos controlos de qualidade e passa



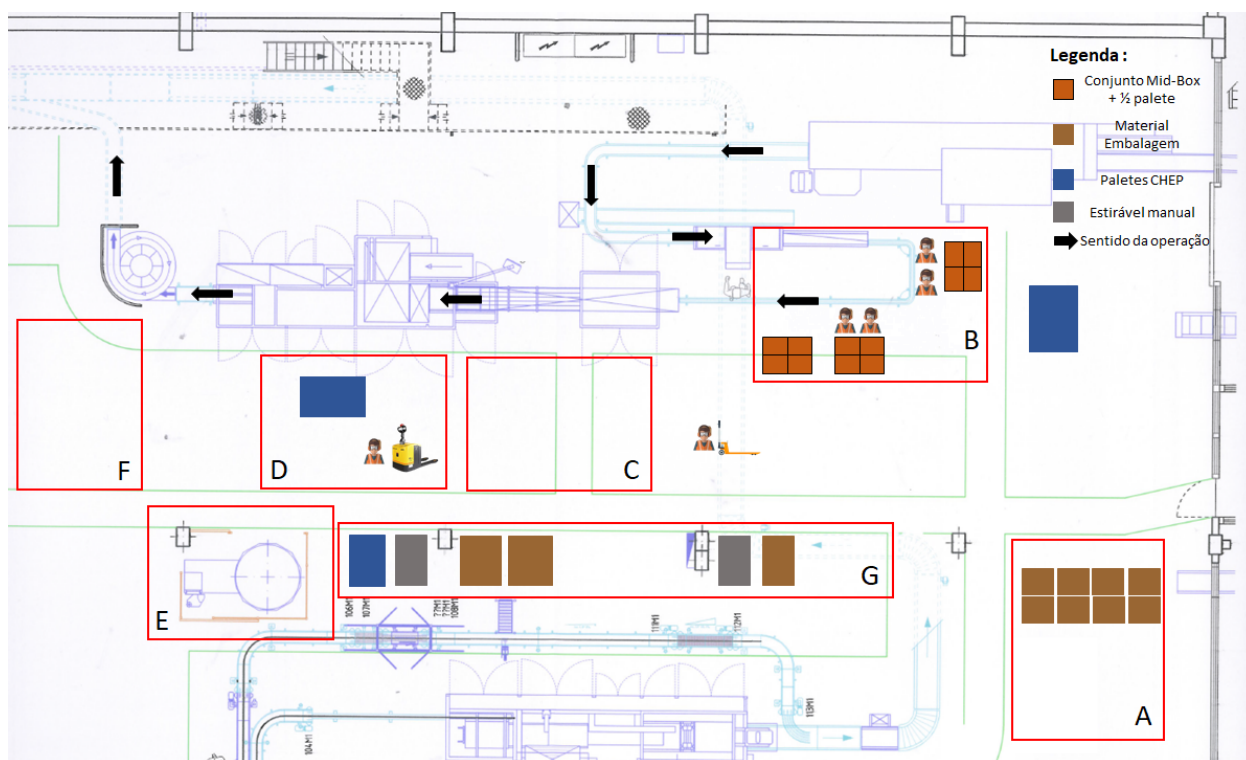


Figura 3.2: Layout atual

por diversos equipamentos de detecção de corpos estranhos, como ímanes, detetores de metais e raio-x.

Terminada a fase de diferenciação, a embalagem individual é agrupada numa caixa de transporte e enviada para a zona de paletização automática. A zona onde o processo final de embalagem ocorre, isto é, desde o enchimento das saquetas com o produto terminado até ao agrupamento numa caixa de transporte, corresponde à zona onde, atualmente, se realiza o processo de paletização manual em meia paleta.

### 3.3 Layout atual

Não sendo possível paletizar a meia paleta utilizando os robôs da zona de paletização automática, o layout atual das operações implementado na linha de embalagem encontra-se organizado de acordo com a Figura 3.2. O material de embalagem, paletes e meias paletes utilizados durante esta operação, são requisitados no dia anterior para que estejam disponíveis no dia da produção. Seguidamente, os materiais de embalagem são colocados nas posições apresentadas.

As zonas a azul representam as posições ocupadas por paletes (zona D) e meias paletes (zona G). A elevada produção não permite colocar todas as paletes requisitadas nos espaços apresentados anteriormente. As restantes paletes são colocadas numa zona anexa à linha. Quando o stock de paletes nas zonas D e G começa a diminuir, os colaboradores dirigem-se à zona de armazenamento de paletes para reabastecer.

O restante processo de paletização em meia paleta envolve os processos que estão compreendidos entre as secções de A a G na figura. São eles:

- **Preparação das embalagens para a paletização – Secção A**

Numa primeira etapa é necessário formar a *mid-box* que irá servir para conter as embalagens individuais de produto. Após as *mid-box* serem formadas são colocadas em cima de uma meia paleta sendo posteriormente transportadas para perto da linha de enchimento (Secção B). A Figura 3.3 apresenta a disposição que é utilizada pelos operadores.



(a) Embalagens formadas - Secção A



(b) Disposição na linha de enchimento - Secção B

Figura 3.3: Secções A e B do processo produtivo

- **Alocação de embalagens individuais na *mid-box* – Secção B**

As embalagens de Nestum, após passarem pelo enchimento de cereal, circulam pela linha de produção e são retiradas diretamente da linha para as *mid-box* previamente formadas (Figura 3.4). As embalagens que não são possíveis de retirar da linha são automaticamente agrupadas em caixas de transporte, seguindo para a zona de paletização automática através de tapetes transportadores. Dependendo do tipo de produto em produção, as *mid-box* podem transportar 198 embalagens de 300 gramas ou 100 embalagens de 700 gramas.



Figura 3.4: Operação de enchimento de *mid-box*

- **Envolver individualmente a *mid-box* com filme estirável – Secção C**

Quando a etapa anterior é concluída, a *mid-box* é transportada, por meio de *transpaletes* manuais, para uma zona dedicada ao envolvimento individual das mesmas (Figura 3.5).



(a) Envolvimento manual



(b) Produto final

Figura 3.5: Processos secção C

- **Paletização em palete – Secção D**

Duas meias paletes com *mid-box* finalizada são colocadas numa europaleta, para conferir uma maior segurança, estabilidade à carga e possibilitar o seu armazenamento no CDA.

- **Envolvimento automático (Secção E) e etiquetagem (secção F)**

Nestas secções a paleta com duas *mid-box* é envolvida com filme estirável através do uso de uma envolvedora semi-automática. A secção F serve apenas como uma zona de armazenamento temporário enquanto as etiquetas ainda não foram impressas. Aquando da impressão das etiquetas e posterior etiquetagem as *mid-box* já se encontram preparadas para serem entregues ao CDA. São transportadas para um local de armazenamento anexo à linha onde são colocadas em fila (subfigura 3.6b) para depois serem carregadas num camião e entregue ao CDA. O processo desde a etiquetagem até ao armazenamento pode ser observado na Figura 3.6.



(a) Envolvimento semi-automático



(b) Produto final

Figura 3.6: Processos da secção E

Na subfigura 3.7b é possível observar o produto final já paletizado, composto por:

**A** – 1 europalete 1200x800 mm

**B** – 2 meias paletes de 600x800 mm

**C** – 2 *mid-box*



(a) Vista lateral



(b) Vista frontal

Figura 3.7: Meias paletes prontas para armazenar

Na tabela 3.2 é possível visualizar os produtos que atualmente são paletizados em meia palete. Atualmente o volume de produção de Nestum Mel e Cerelac que é destinado à paletização em meia palete é de 19% em relação ao volume de produção total dos dois tipos de produto. Apesar de a operação de paletização de Cerelac não ser dada como exemplo, a sua operação é em todo semelhante à de Nestum, variando apenas o local onde é feito o enchimento. No anexo A é possível observar a disposição da operação aquando da paletização de Cerelac.

Tabela 3.2: Produtos atualmente paletizados em meia palete

Produto	Formato (g/emb)	Capacidade <i>mid-box</i> (nº emb)
Cerelac	1000	100
Nestum Mel	300	198
	700	100

### 3.4 Análise ECRS à operação atual

Para ser possível uma análise detalhada à operação bem como, e para interiorizar todo o conjunto de operações que servem de pilar à paletização em meia palete, foi utilizada a ferramenta *lean* ECRS. A operação de paletização manual foi acompanhada durante várias produções para que o documento final refletisse todos os passos, máquinas e material que são necessários para concluir a operação bem como, o tempo de operação.

Após analisar a paletização dos dois produtos, foram sintetizadas as análises ECRS presentes no Anexo B. Concluída a criação do documento, seguiu-se uma análise crítica para que fosse possível simplificar a operação utilizando os meios disponibilizados pela zona de ensaio. Um



dos passos que rapidamente foi alvo de tentativa de melhoria foi a eliminação do envolvimento individual das *mid-box* antes de serem colocadas em cima de uma europalete.

Apesar de aparentar ser uma operação simples, a sua existência condiciona o fluxo da operação uma vez que inviabiliza a possibilidade das meias paletes serem, previamente, colocadas em cima de uma europalete já no enchimento. A eliminação da etapa número 8<sup>1</sup> iria possibilitar combinar as etapas 3<sup>2</sup> e 10<sup>3</sup>, tornando o processo de paletização de Nestum mais fluído ao permitir que após o enchimento manual o conjunto de paletes fosse diretamente transportado para a envolvente semi-automática. A mesma recomendação seria aplicada ao nível da operação da *mid-box* de Cerelac.

Contudo, a proposta de melhoria não foi aplicada uma vez que o envolvimento individual é feito de acordo com as exigências do cliente final. Não obstante, não poderia deixar de ficar a recomendação que seria interessante estudar alternativas que permitissem redefinir este passo. Fazendo uso das instalações presentes na zona de paletização automática, será possível simplificar as etapas 12 a 16 ao ponto de serem realizadas automaticamente, libertando assim, o operador deste conjunto de tarefas e, conseqüentemente, melhorar o fluxo global da operação.

### 3.5 Indicadores de Processo escolhidos

Para medir de uma forma direta e clara os efeitos da alteração do *layout* torna-se necessário definir um conjunto de indicadores que representem os principais elementos da operação. Tendo em conta a natureza da operação, os seguintes indicadores foram escolhidos:

**Cadência de produção (paletes/hora)** – Atualmente a cadência média de produção de meias paletes pode ser consultada na Tabela 3.3. Todos os dados utilizados para o cálculo foram obtidos através de registos internos, extraídos dos sistemas de gestão da fábrica.

**Número de colaboradores na operação** – À data da realização deste trabalho, o número de colaboradores atualmente envolvidos no processo são seis. Quatro operadores estão dedicados, exclusivamente, ao enchimento de produto para as *mid-box* enquanto que os outros dois operadores, ajudam nas restantes operações

**Custo da operação** – O custo da operação engloba, o custo de produção da meia paleta e o custo que a fábrica incorre num serviço de transporte, contratado, para efetuar a transferência interna das meias paletes terminadas para o CDA. Este indicador será explorado com mais detalhe no próximo capítulo aquando a definição da nova proposta de *layout*.

No que diz respeito à cadência de produção, verificam-se variações quando são analisados os três produtos atualmente paletizados em meia paleta. Todos os dados apresentados relativamente à cadência de produção são fruto de uma análise realizada entre 1 de Dezembro de 2016 e 09

---

<sup>1</sup>Transporte das 2 *mid-box* para a zona de envolvimento manual

<sup>2</sup>Colocação das *mid-box* em cima das meias paletes

<sup>3</sup>Transporte das 2 *mid-box* para zona onde são colocadas no topo de uma paleta “standard”

de Junho de 2017. A razão que motivou a escolha deste período deve-se à permanência fixa de seis colaboradores durante o período em questão. Como não é certo o número de operadores que estavam envolvidos nas produções anteriores ao período agora em análise, o presente estudo garante que os resultados não sofreram variação de mão-de-obra durante o período em que ocorreu a monitorização.

Tabela 3.3: Cadência produção da paletização em meia paleta

<b>Produto</b>	<b>Cadência (paleta/hora)</b>
Cerelac 100x1kg	11,235
Nestum Mel 198x300g	12,163
Nestum Mel 100x700g	11,444

Na Tabela 3.3 é possível consultar a cadência atual dos produtos paletizados em meia paleta. Para uma consulta mais detalhada das informações utilizadas na construção da tabela, inclusive gráficos de evolução temporal e cadências diárias, o Anexo C pode ser consultado.

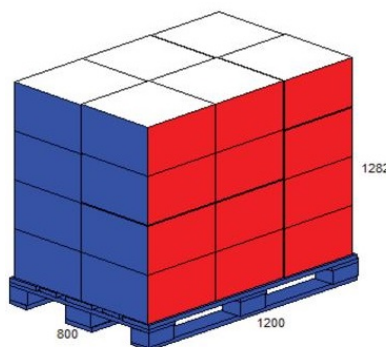
### 3.6 Zona de Paletização Automática

A zona de paletização automática é responsável por paletizar mais de 80% dos materiais produzidos pela fábrica. Estes materiais chegam à zona de paletização automática através de três tapetes transportadores, cada um, proveniente de um determinado setor da fábrica. Atualmente, existe um tapete transportador dedicado, exclusivamente, a produtos provenientes do setor 2, enquanto que o setor 3 utiliza os restantes dois tapetes transportadores.

Todo o trabalho de paletização é realizado por quatro robôs em que cada um responsável por paletizar um determinado conjunto de produtos. Para além dos robôs, existem ainda, duas envolvidoras automáticas, responsáveis pela aplicação de filme estirável nas paletes. Na Tabela 3.4 é apresentada a gama de produtos paletizados pelos robôs. A cada produto está associado um determinado mosaico (Figura 3.8) que determina a forma como o produto é colocado na paleta. A forma da caixa que transporta as embalagens individuais é um dos fatores determinantes que irá definir a disposição do produto na paleta, visando o aproveitamento da totalidade da área da mesma.

Tabela 3.4: Organização da paletização automática

<b>Envolvedora</b>	<b>Robô</b>	<b>Produto paletizado</b>
1	1	Leite em pó
		Bebidas de cereais
2	2	Cereais de pequeno-almoço
	3	Nestum
	4	Cerelac

Figura 3.8: Mosaico de paletização de *Fibre 1*

Após a paletização automática, as paletes seguem ao longo de um transportador de rolos que as transporta para as envolvedoras automáticas, seguindo para uma secção onde são entregues ao CDA para posterior armazenamento. A alimentação das paletes vazias para os robôs é feita de modo automático através de um carrinho que acede a dois alimentadores de paletes, capazes de armazenar um total de 50 paletes na capacidade máxima.

### 3.6.1 Definição da zona de ensaios

Após uma análise ao local e tendo em conta as necessidades para a realização de ensaios bem como, a necessidade de não condicionar as operações que ocorrem atualmente na zona de paletização automática, o único espaço que poderia ser utilizado para o ensaio é o espaço vazio existente no lado direito da 3.9.

Este espaço é geralmente utilizado pelos operadores para armazenarem paletes de produto caso necessitem de ser devolvidas à fábrica. Quando existem problemas mecânicos, que impossibilitam o transporte de paletes até ao CDA, a linha, começa a ficar saturada de produto atingindo um ponto onde, todos os tapetes transportadores que fornecem produtos à zona de paletização automática, param, afetando todas as linhas de produção. Para evitar essas paragens e enquanto se espera pela resolução do problema, as paletes são retiradas da linha e colocadas no espaço presente na Figura 3.9. Para além destas condicionantes, um dos alimentadores de paletes previamente mencionados neste capítulo, encontra-se instalado na secção A da Figura 3.9. Com a vinda da operação para a zona mencionada o alimentador teria de ser temporariamente desativado.

## 3.7 Restrições encontradas

A paletização em meia paleta, apesar de ser benéfica para o cliente, apresenta vários desafios para a fábrica nomeadamente em termos de :

**Segurança da operação** – A operação obriga a muita mão-de-obra e a muita movimentação de paletes aumentando o risco da tarefa. Tendo em conta o espaço limitado disponível na zona

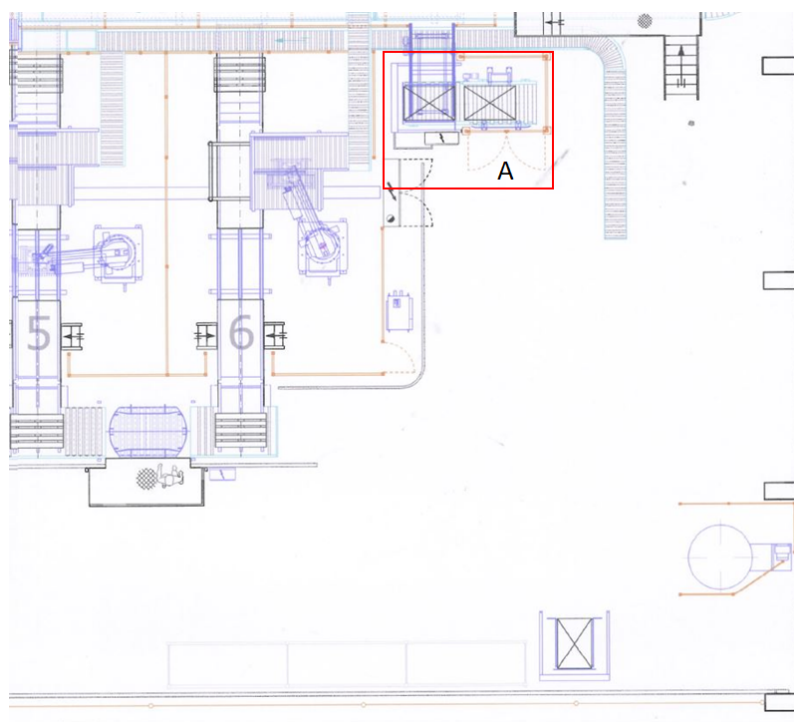


Figura 3.9: Zona de ensaios

de ensaios, é necessário planejar cuidadosamente qualquer proposta apresentada para garantir que todos os requisitos de segurança sejam assegurados aos intervenientes da operação.

**Incapacidade de paletização automática** – Devido a limitações de equipamento é, atualmente, impossível, paletizar este produto de uma forma automática. Os robôs da zona de paletização automática apenas são capazes de paletizar europaletes e não seriam capazes de realizar os mosaicos e movimentos específicos que a paletização em meia paleta exige. A instalação de um novo robô dedicado exclusivamente à paletização em meias paletes também não está a ser de momento considerada devido à limitação de espaço.

**Custos de transporte** – Sendo paletizadas no setor 3, as meias paletes necessitam de ser transportadas da fábrica de Avanca para o CDA, existindo, um custo de transporte associado à operação que tem como consequência o aumento do respetivo custo.

As limitações apresentadas pelo local de ensaio, também não podem ser ignoradas. Limitações em relação à área disponível, à necessidade de bloquear um dos alimentadores de paletes e à ocupação de espaço destinado ao armazenamento de material de apoio à paletização automática, fazem com que seja desafiante a conceção e implementação de um novo *layout* sem perturbar, no entanto, as operações que já se realizam.



## Capítulo 4

# Apresentação das soluções propostas

Durante este capítulo serão detalhadas as propostas de *layout* desenvolvidas neste trabalho. Em cada proposta é apresentada a disposição sugerida para a operação, os colaboradores necessários e as funções que cada um deverá desempenhar de acordo com a posição que cada um ocupa. Dada a limitação de espaço disponível para a operação, a inexistência de linhas dedicadas para o transporte de embalagens individuais de produtos e o tempo limitado para realizar os referidos ensaios, a única forma de obter os produtos necessários para realizar os ensaios passa pela abertura das caixas de transporte. Esta operação não existe no setor três uma vez que as embalagens individuais são removidas diretamente da linha. Não obstante, todas as propostas de *layout* foram adaptadas tendo em conta as condições atuais de funcionamento da fábrica de Avanca.

### 4.1 Proposta A - Igual número de colaboradores

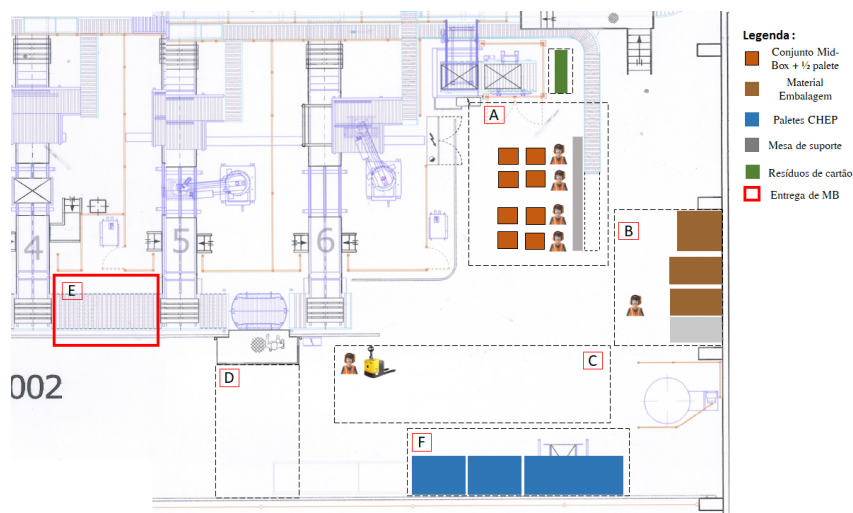


Figura 4.1: *Layout* da proposta A

A Figura 4.1 apresenta a primeira sugestão para implementação da operação de paletização em meia palete na zona de paletização automática. Para criar condições de circulação para os

vários operadores, as ilhas de produção das meias paletes foram colocadas do lado esquerdo da linha que transporta o produto para a zona destinada ao enchimento de *mid-box* (Zona A). Sendo as paletes removidas, de acordo com a Figura 4.2, torna-se necessário a presença de um espaço suficientemente grande entre as ilhas de forma que, o operador consiga retirar as meias paletes completas sem que o processo represente um perigo para a segurança dos restantes operadores.

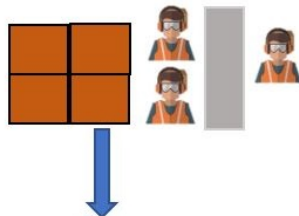


Figura 4.2: Sentido de remoção das meias paletes

Um aumento de três metros do tapete transportador, elevando assim, para 7 metros o comprimento total contra os 4 metros atuais, permite obter o espaço necessário para a operação e, cumulativamente, cumprir os requisitos de segurança. A mão-de-obra envolvida em cada *layout* foi adaptada às operações e ao espaço que será alvo deste estudo. Independentemente do número de colaboradores, existem zonas, devidamente definidas, que não irão variar de localização e finalidade devido ao espaço limitado disponível:

**Zona A** – Os operadores próximos da linha de transporte são responsáveis por, proceder à abertura das caixas de transporte, remoção das caixas individuais do seu interior e posterior enchimento das *mid-box*. Operadores exteriores à zona A são responsáveis pela remoção das duas *mid-box* assim que seja terminado o seu enchimento. Após a remoção das *mid-box* terminadas, os operadores da zona A têm a responsabilidade de deslocar a segunda coluna de meias paletes para próximo de si e continuar a operação de enchimento.

**Zona B** – A principal responsabilidade deste posto de trabalho passa por transportar as meias paletes da Zona A para a zona C, onde se irá proceder ao envolvimento manual das *mid-box*. A segunda responsabilidade passa pelo colaborador ser responsável por alimentar a zona A com meias paletes (provenientes da zona F) e *mid-box* formadas, garantindo assim, um fluxo contínuo da operação. A zona B, como é possível observar pela Figura 4.1, foi concebida para armazenar todo o material de embalagem necessário para suportar a operação da zona A bem como, garantir o espaço necessário para criar um armazenamento temporário de *mid-box* formadas.

**Zona C** – É uma zona intermédia onde se irá proceder à separação das meias paletes para que seja possível proceder ao seu envolvimento individual. Terminada a operação de envolvimento, as duas meias paletes são colocadas em cima de uma europaleta. Para a operação ser possível, o colaborador terá de fazer uso de um transpaleta elétrico colocado no local. Terminada a operação o conjunto de paletes segue para a zona D.

**Zona D** – A zona D serve como um local temporário de armazenamento. À medida que vão sendo colocadas paletes de *mid-box* na zona D, um operador da zona de paletização automática, usando um empilhador, transporta as paletes da secção D para o tapete transportador da secção E. A zona D serve também como fronteira entre a zona de paletização automática e a operação de paletização em meia paleta, sinalizando a zona à qual está interdito o uso de empilhador.

Como é possível verificar, fruto da análise ECRS, o processo de envolvimento da paleta, etiquetagem e transporte deixa de estar atribuído aos operadores da paletização manual, passando a ser realizado pelo equipamento que se encontra instalado na zona de paletização automática. No final da linha, a paleta é entregue ao CDA através de um sistema de pontes mecânicas.

## 4.2 Proposta B - Maior número de colaboradores

O desafio de não implementar qualquer tipo de alterações físicas/mecânicas à linha foi o principal motivo que despoletou a criação desta proposta. Como é possível observar na Figura 4.3 as ilhas estão agora colocadas de forma a maximizar a utilização do tamanho limitado do tapete transportador (cerca de 4 metros). O formato em "L" fornece ao operador, responsável por remover as meias paletes terminadas, uma área suficiente para realizar qualquer tipo de manobra para remover as meias paletes da ilha, sem colocar em causa, a integridade física de nenhum dos colaboradores.

A desvantagem deste *layout* passa pelo número excessivo de colaboradores, oito, face aos seis colaboradores que estão atualmente associados à operação no setor três. A preocupação com o curto comprimento da linha de transporte e a necessidade de abertura de caixas, motivou o aumento do número de colaboradores, alocando três colaboradores por ilha para possibilitar a remoção de caixas e abertura das mesmas de uma forma mais rápida.

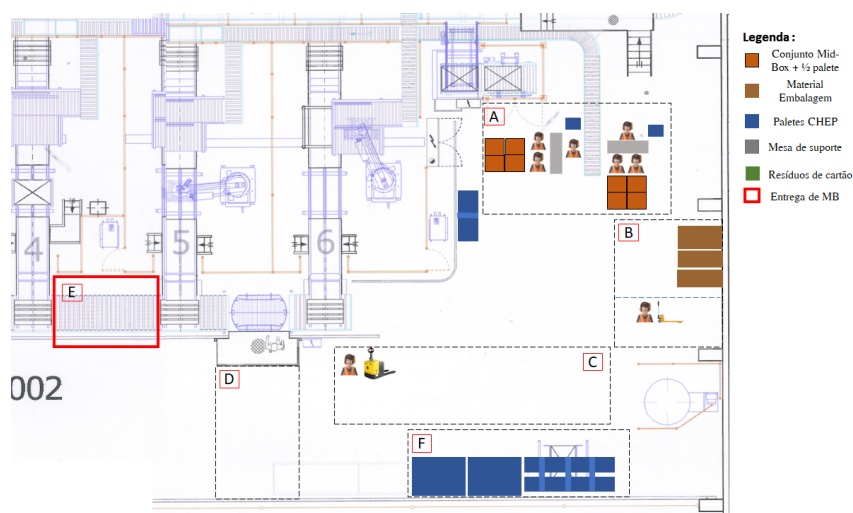


Figura 4.3: *Layout* da proposta B

A incerteza do impacto que a operação de abertura de caixas poderia trazer para a operação, nomeadamente no atraso de enchimento de *mid-box*, levou à criação de um novo posto de trabalho entre o tapete transportador e a mesa de apoio. Neste novo posto de trabalho o operador, para além de servir como elo de ligação, entre o produto que circula no tapete transportador e os operadores do outro lado da mesa, iria também ser responsável por criar um *stock* de produto para ser utilizado pelos operadores, evitando a paragem do tapete devido a excesso de produto acumulado.

### 4.3 Proposta C - Redefinição da zona A

Face ao elevado número de operadores necessários para o *layout* da proposta B, surgiu a necessidade de readaptar a organização da Zona A de forma a libertar postos de trabalhos. Um cenário mais tradicional foi proposto para organizar as ilhas, colocando-as frente a frente, durante o enchimento das *mid-box*. Inicialmente, estava planeado colocar as ilhas desfasadas, pelo menos 2 metros, o que permitia aos operadores da segunda ilha utilizar o produto que não era utilizado pela primeira devido a problemas de cadência. Um exemplo da disposição sugerida, e respetivas restrições, pode ser visualizado na Figura 4.4.

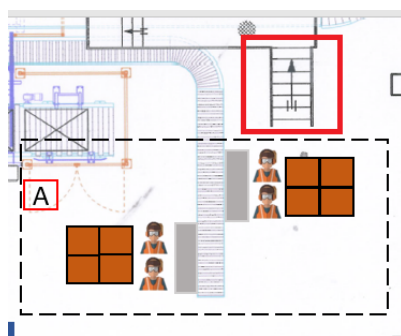


Figura 4.4: Primeira versão da organização da zona A

A abordagem anterior foi abandonada devido à necessidade de manter condições básicas de acesso às escadas que se encontram perto da zona de ensaio (destacadas a vermelho na Figura 4.4). A inversão do desfasamento não seria possível devido às limitações que existem do lado oposto, nomeadamente, a presença do alimentador de paletes que restringe bastante o espaço disponível para fazer qualquer tipo de modificação da posição da ilha. Optou-se assim, por um *layout* mais simplificado, onde as ilhas são colocadas na mesma posição, em cada um dos lados do tapete transportador, eliminando os problemas de acesso à escada. A mudança da orientação e posição da mesa de apoio permitiu eliminar a presença dos colaboradores que nas propostas A e B eram colocados perto do transportador para remover o produto da linha e entregar aos operadores presentes do outro lado da mesa.

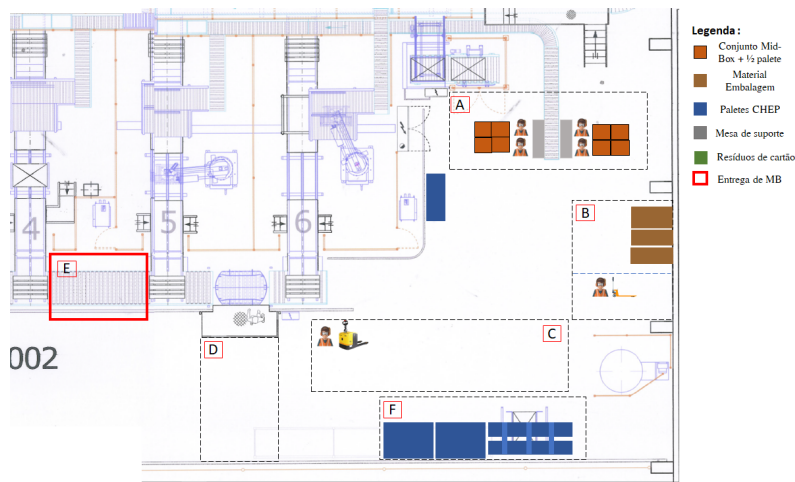


Figura 4.5: Layout da proposta C

4.4 Proposta de nova área de paletização

Tendo plena consciência da produção esperada de *mid-box* e caso o ensaio venha a revelar resultados promissores, poderá ser necessário aumentar a área disponível para a operação. A Tabela 4.1 apresenta a área total utilizada atualmente no setor 3 para a paletização em meia paleta e a área que será utilizada durante os ensaios das propostas previamente apresentadas.

Tabela 4.1: Área total da operação por zona

Setor 3	Zona de ensaio	Diferença	Redução de área
167,81	110,62	- 57, 19	34,08 %

A redução de área da zona de ensaio, em quase 35%, apesar de permitir a realização da operação com a devida delimitação de zonas, carece da necessidade de mais espaço para permitir uma melhor disposição da operação. Após uma análise cuidada de todos os materiais necessários para efetuar produções mensais de meias paletes na nova zona, e após a discussão das dimensões com a chefia direta, foi apresentado à direção a extensão da zona de ensaio em 100 m<sup>2</sup>, elevando para 210,62 m<sup>2</sup> o espaço disponível. Na Tabela 4.2 é possível observar a divisão de espaços que seria possível atingir caso a expansão ocorra.

Tabela 4.2: Detalhe da proposta apresentada

Ilhas de produção	Área para paletes	Área para material de embalagem	Área restante
15 m <sup>2</sup>	25 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>	160,62 m <sup>2</sup>

Os 160,62 m<sup>2</sup> restantes iriam permitir aos colaboradores possuir um maior espaço destinado a cada zona, aumentando ainda mais a segurança da operação. A nova proposta foi também

dimensionada para ser capaz de acomodar uma linha de paletização automática em meia palete, caso a fábrica opte por adquirir uma.

Na eventualidade do cenário anterior se verificar, existe a necessidade de criar as condições básicas para a paletização automática, nomeadamente a instalação dos seguintes elementos:

**Tapete transportador vertical em espiral** – Uma vez que o percurso que conduz à zona de paletização automática se encontra num plano superior à zona onde atualmente se realiza a paletização em meia palete, é necessário um sistema de transporte que seja capaz de transferir as embalagens individuais sem que as mesmas sejam afetadas pela inclinação elevada que seria necessário. Um tapete transportador vertical em espiral revela ser a melhor alternativa para lidar com a situação.

**Tapete transportador individual** – Após as embalagens individuais terem sido elevadas para a altura necessária, seria preciso implementar um tapete transportador destinado, exclusivamente, ao transporte individual das embalagens até à zona de paletização automática.

**Robô de paletização** – Uma vez chegadas à zona de paletização automática, as embalagens seriam conduzidas para um robô de paletização automática, adaptado para a operação de paletização em meia palete. Dependendo do tipo de automatização pretendida, o robô poderia tratar apenas do enchimento da *mid-box*, obrigando à introdução da caixa formada e palete, pelo operador, ou seria capaz de formar a *mid-box* e proceder ao seu enchimento.

## 4.5 Síntese das propostas

Foram feitas várias tentativas de remodelação do *layout* da operação numa tentativa de alterar a posição que as zonas de B a D ocupam nas três propostas apresentadas. Contudo, a grande limitação da área disponível e a necessidade de manter a operação o mais ordenada possível, impossibilitou a inserção de variabilidade dos locais supra mencionados. A proposta A, numa tentativa de tentar fornecer uma maior liberdade aos colaboradores para realizar a operação, sugere o aumento da linha de transporte de produto. Essa mudança não foi possível de implementar durante o período de dissertação pelo que não foi considerada para a realização de ensaios.

A proposta B não exige a alteração a nenhum elemento que compõe, atualmente, a zona de ensaios mas, carece da desvantagem de utilizar um maior número de colaboradores para realizar a operação. Devido à incerteza do impacto que a abertura das caixas de transporte iria ter no fluxo da operação global, a proposta B foi concebida para assegurar mão-de-obra suficiente bem como uma operação fluída, na eventualidade de dificuldades relacionadas com o enchimento.

A proposta C partilha o mesmo número de colaboradores que a proposta A, existindo uma reestruturação da secção A para diminuir o impacto que a remoção de caixas de transporte poderia ter durante o enchimento. Com a reestruturação da zona A foi também realizada uma reestruturação do número de colaboradores envolvidos. Após discussão das três propostas com os responsáveis pela fabricação do setor três e chefia direta, chegou-se ao consenso de escolher as propostas B e C para realização dos ensaios.

## Capítulo 5

# Realização e análise dos ensaios

Tendo escolhido as propostas que irão ser utilizadas durante os ensaios, torna-se necessário estudar o desempenho da operação quando submetida às propostas, quer através da opinião dos colaboradores presentes na operação, quer através da análise de indicadores de processo, nomeadamente, o custo e cadência de produção de *mid-box*. Ao longo deste capítulo irá ser apresentada uma descrição dos desafios da implementação física de cada proposta, sendo analisados os resultados obtidos em cada ensaio. Os elementos extra necessários para a operação, as duas mesas de apoio e dois porta-paletes, foram requisitados e transportados previamente para o local da zona de ensaio. A sequência de apresentação das propostas coincide com a sequência dos ensaios realizados.

### 5.1 Proposta B - Descrição da operação

O primeiro ensaio da proposta B centrou-se na produção de *mid-box* de Cerelac. A *mid-box* associada a este produto tem uma menor capacidade (100 embalagens individuais, Tabela 3.3) e uma disposição do produto no seu interior bastante simples, quando comparada com a disposição do Nestum 300 gramas. Estes fatores fazem com que este produto seja o ideal para o primeiro teste da operação numa zona que lhe é atípica. Após uma discussão com responsáveis pelo setor três e a chefia direta foi decidido produzir um total de 40 *mid-box* para o primeiro ensaio.

Um passo essencial para auxiliar a orientação visual dos colaboradores durante a operação na nova zona, foi a delimitação visual das zonas mais importantes da proposta, nomeadamente, a posição correta das ilhas, a zona de armazenamento de paletes e a zona de entrega de paletes. A delimitação visual desta última zona é essencial, pois permite ao colaborador encarregue de operar o empilhador ter conhecimento da zona que lhe está interdita.

Na Figura 5.1 é possível observar a disposição física de todos os elementos mencionados de acordo com a proposta B, cujo *layout* geral foi apresentado na Figura 4.3. As *mid-box* de Nestum visíveis na figura foram utilizadas apenas como recipiente para colocação das caixas de transporte do produto que, uma vez abertas, exigiam um local para serem colocadas sem interferir com a ordem natural da operação.





Figura 5.1: Visão Geral do *layout* do ensaio da proposta B

Após a chegada dos oito colaboradores necessários, foi realizada uma apresentação da operação, seguida da descrição das funções que cada operador teria de desempenhar ao longo da duração do ensaio. Como a paletização em meia paleta nunca foi realizada nesta zona da fábrica, o principal receio dos colaboradores devia-se, principalmente, à redução da área disponível. Contudo, após o início da operação, os operadores rapidamente se adaptaram ao espaço disponível desempenhando com sucesso cada função atribuída. Devido a um problema de impressão da *mid-box*, o colaborador da zona B estava também responsável por colar uma etiqueta em cada *mid-box* para se proceder à correção do erro. Esta tarefa adicional, não causou nenhum impacto a nível da organização da operação, apesar de não estar inicialmente planeada, aquando a conceção da proposta.

A proximidade da zona B do local de enchimento de meias paletes, permitiu a remoção eficaz das meias paletes terminadas e a proximidade da zona F permitiu, ao operador responsável, reabastecer rapidamente o *stock* disponível de meias paletes na zona A. Chegadas à zona C, o operador responsável desempenhava as suas funções sem se sentir restringido com questões de espaço disponível, mesmo quando ocorriam situações de acumulação de meias paletes.

Para operar o *transpalete* elétrico foi necessário colocar um colaborador com experiência prévia na sua utilização, uma vez que o espaço disponível exigia um controlo exímio desta máquina. A experiência do colaborador, aliada à colocação estratégica da zona D próxima da Zona C, permitiu que a entrega de meias paletes fosse realizada de uma forma controlada e organizada. Devido à orientação das paletes, no momento da sua entrega, o operador responsável por movimentar o empilhador via-se obrigado a realizar as manobras representadas na Figura 5.2 para colocar a paleta orientada com a linha de transporte.

Após 90 minutos, a produção esperada de paletes é atingida e o ensaio é dado como terminado. Os resultados do ensaio podem ser consultados na Tabela 5.1. Apesar do histórico de paletização, deste tipo de produção, ser reduzido, assumindo que a cadência de produção no setor 3 se mantém em valores próximos dos apresentados e assumindo que a cadência do ensaio se mantinha constante, as 51,278 horas necessárias para satisfazer as ordens de produção realizadas,



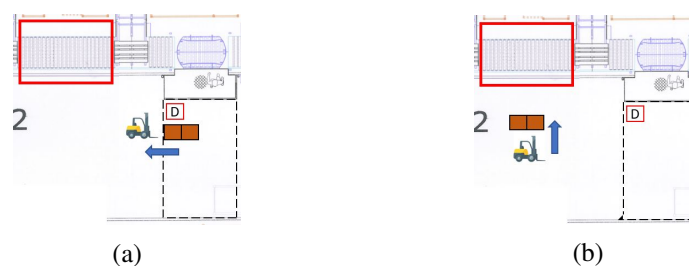


Figura 5.2: Limitação do espaço no ensaio da proposta B

durante o período em análise, poderiam ter sido reduzidas para 43,5 horas, caso a sua produção tivesse sido realizada na zona de ensaio. O aumento da cadência, apesar de benéfico, acarreta um maior número de colaboradores. Considerando que cada colaborador contratado recebe 12 euros por cada hora de trabalho, o aumento de colaboradores iria representar um acréscimo em 484 € comparativamente ao custo da operação realizada no setor 3, elevando, assim, em 11,590% os custos com mão-de-obra. Com uma produção estimada de 8.140 *mid-box* de Cerelac, até ao final de 2017, a aplicação deste *layout* para a operação iria elevar os custos de mão-de-obra para 6.441,93 €, o que desde logo, inviabiliza a proposta atendendo ao número atual de colaboradores envolvidos.

Tabela 5.1: Resultados do ensaio B – Cerelac 1 kg

Produto	Cadência ensaio	Cadência setor 3	Variação
Cerelac 100x1 kg	13,33 paletes/hora	11,235 paletes/hora	+ 15,738 %

O *layout* da proposta B foi ainda alvo de um segundo ensaio realizado com Nestum de 300g. O principal desafio que este produto apresenta deve-se à dificuldade em criar o mosaico no interior da *mid-box*. Esta dificuldade, advém da necessidade de colocar as embalagens individuais no interior da *mid-box*, segundo um padrão complexo de forma a permitir a colocação de 198 embalagens no seu interior.

O desafio extra, de diminuir o número de operadores do ensaio, foi adicionado tendo em conta os resultados do ensaio anterior. Fazendo uso da experiência obtida durante o primeiro ensaio e tendo consciência que não seria possível remover os colaboradores presentes nas zonas C e D, devido ao apoio que prestam às ilhas, a única zona que poderia ser alvo de modificações seria a zona A, tendo sido removidos dois colaboradores em cada ilha. O aspeto final da operação pode ser observado na Figura 5.3.

Dada a produção esporádica e baixa deste tipo de *mid-box*, apenas foi possível paletizar 10 paletes, o que corresponde a 20 *mid-box*. O tempo de operação, 50 minutos, foi afetado por vários problemas de linha, nomeadamente, a existência de problemas a nível do tapete transportador que impossibilitava a colocação das paletes terminadas na linha. Mesmo com as falhas técnicas e admitindo que o ritmo de trabalho seria constante, atingiu-se uma cadência de 12,166 paletes/hora, um valor que não está muito distante da cadência que atualmente o produto apresenta, cerca de

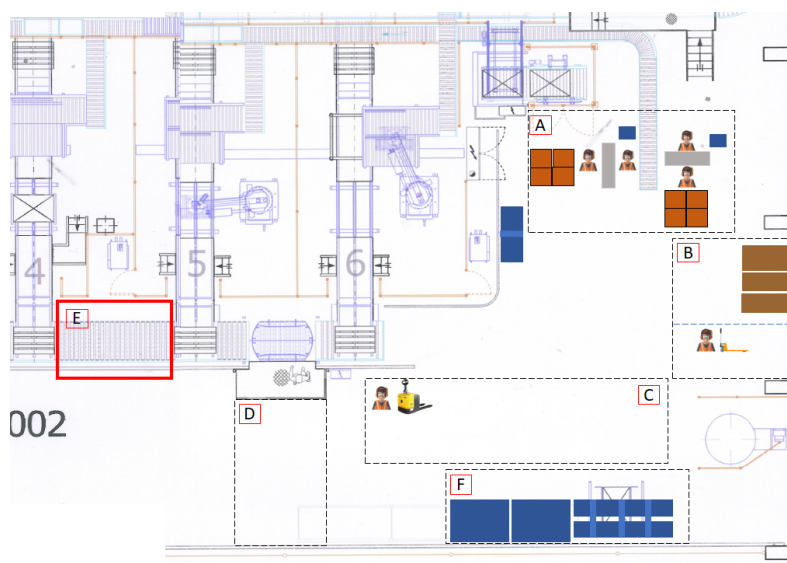


Figura 5.3: Remodelação da proposta B

12,163 paletes. Um resumo dos resultados pode é apresentado na Tabela 5.2. É perceptível que com a pequena variação de cadência se registem, também, pequenas variações a nível de custo de mão de obra, nomeadamente, a redução das 48,389 horas consumidas para 47,344, caso a operação tivesse sido realizada na zona de ensaio, representando uma poupança de 75,21 €. A produção planeada de 3.300 *mid-box* para 2017, apenas apresenta uma diferença de 6,65 €, caso seja realizada na zona de ensaio.

Tabela 5.2: Resultados do ensaio B – Nestum 300g

Produto	Cadência ensaio	Cadência setor 3	Variação
Nestum 198x300g	12,166 paletes/hora	12,163 paletes/hora	+ 0,027 %

## 5.2 Proposta C - Descrição da operação

O produto utilizado para testar a proposta C foi o Nestum 700 gramas. Este produto tem semelhanças com o Cerelac de 1kg, sendo um produto fácil de paletizar em *mid-box* e a sua cadência bastante reduzida quando comparada com Nestum de 300 gramas. Mais uma vez, sendo a maior parte dos colaboradores presentes nesta operação pertencentes a uma entidade externa, todas as zonas e respetivas tarefas a desempenhar foram novamente descritas, tendo cada colaborador adotado a estação de trabalho em que se sente mais confortável.

Os resultados e *feedback* obtido nos ensaios anteriores levou à realização de duas mudanças na zona D, nomeadamente, a forma como são colocadas as meias paletes em cima de uma europaleta e a forma como a entrega é feita ao operador responsável pelo empilhador. Na sub-figura 5.4b é possível observar a nova operação a ser executada na zona D, onde o operador, em vez de perder

Figura 5.4: *Layout* físico da Proposta C

tempo em tirar uma paleta da pilha e colocá-la no chão, para posteriormente colocar as meias paletes em cima, coloca diretamente as meias paletes em cima da pilha de paletes.

A segunda alteração deu-se ao nível da entrega de paletes, com o principal objetivo de reduzir as manobras que o empilhador realizava para colocar as paletes na linha. Devido ao espaço limitado da zona de entrega, a única alternativa encontrada, para facilitar as manobras, quer do lado do enchimento de *mid-box*, quer do lado oposto, foi a colocação das paletes em espinha, conforme ilustrado na Figura 5.5. A nova disposição da paleta permite que o operador tenha uma forma mais direta de colocar as paletes na linha de transporte. A colocação de ilhas de meias paletes seguídas numa das ilhas, conforme a Figura 5.6 ilustra, permitiu libertar o colaborador responsável por formar as *mid-box*, prestando agora ajuda à operação a decorrer na zona A.

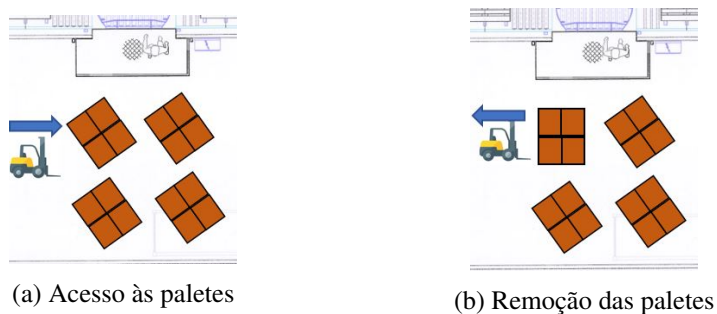


Figura 5.5: Nova disposição - Zona D

A paletização das 30 paletes foi concluída após 140 minutos, apesar de terem ocorrido arranques tardios de linha e problemas elétricos. No final de ensaio a cadência obtida para este produto pode ser consultada na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Resultados do ensaio D – Nestum 700g

Produto	Cadência ensaio	Cadência setor 3	Variação
Nestum 100x700g	12,857 paletes/hora	11,444 paletes/hora	+ 10,992%

Caso a produção, ocorrida no período mencionado anteriormente, tivesse sido realizada na zona de ensaio, a fábrica poderia ter poupado 2.390,94 €. Adotando a mesma abordagem da



Figura 5.6: Fila de espera de *mid-box*

proposta B, ao efetuar a paletização na nova zona da fábrica para a procura estimada de 11.000 *mid-box* de Nestum Mel 100x700g, a fábrica poderia atingir uma poupança de 7.607,07 €.

### 5.3 Análise

Os resultados dos ensaios foram bastante promissores, tendo permitido reunir um conjunto de informação que até agora era desconhecida. A possibilidade de realizar ensaios em toda a gama de produtos atualmente paletizados em meia paleta também permitiu ter conhecimento das necessidades que cada produto exige na nova zona de ensaio. Por outro lado, a sequencialidade dos ensaios realizados, permitiu reestruturar cada ensaio através do conhecimento obtido no anterior, levando a alterações, nomeadamente, quanto ao número de colaboradores necessários para as operações bem como, a redefinição de processos da operação.

O aumento da cadência de produção de paletes foi transversal a todos os ensaios sendo que, a longo prazo, a realização da operação na nova zona permite à fábrica reduzir o número de horas de mão-de-obra destinadas à operação. Apesar de ter sido possível adaptar as propostas para o mesmo número de colaboradores do setor 3, e de se ter registado um aumento de cadência de produção, falta ainda analisar o impacto que a paletização na nova zona de ensaio terá sobre a poupança que existe em termos de transporte das *mid-box* e o impacto sobre os custos de produção.

Relativamente aos custos de transporte, a mudança de paletização para a zona de ensaio iria permitir reduzir, de uma forma significativa, os transportes internos da fábrica. Atualmente, a fábrica recorre ao auxílio de uma empresa externa para transportar os produtos paletizados na fábrica, nomeadamente as *mid-box* e a gama *Nestlé Professional*, para o CDA. Para realçar o impacto que os transportes internos e respetivos custos têm na fábrica de Avanca, uma análise compreendida entre a 1<sup>o</sup> e a 23<sup>o</sup> semana do ano de 2017, revelou que foram utilizados um total de 232 transportes internos. Uma análise aos registos de movimentação permite concluir que destes 232 transportes internos, apenas 92 foram dedicados ao transporte de produtos da gama *Nestlé Professional*, enquanto que as restantes 140 transferências internas foram feitas exclusivamente com o objetivo de transportar as *mid-box* para o CDA.

O modo de pagamento acordado, entre a empresa de transportes e a Nestlé Portugal, é baseado no total de horas despendido pelo camião ao serviço da Nestlé, existindo uma taxa extra para transferências realizadas fora do horário 08:00 - 24:00. Cruzando as informações obtidas pela análise dos movimentos internos e tendo em conta o contrato existente, foi elaborada a Tabela 5.4.

Tabela 5.4: Duração total dos transportes destinados à *mid-box*

Horas totais	Horário 08:00 - 24:00	Horas extra	Custo total de transporte
654	395,5	53	9.255,00 €

Através da análise da Tabela 5.4, é possível concluir que o transporte realizado para transferir as produções de *mid-box* para o CDA teve um custo de 9.255,00 €. Para além disso, é importante referir que a totalidade de horas extra, referidas na Tabela 5.4, se deve, unicamente, ao transporte de *mid-box* do setor 3 para o CDA, não existindo registo de horas extras despendidas no transporte da gama de *Nestlé Professional*.

Com a possibilidade de realizar a paletização em meia paleta na zona de ensaios, todos os custos inerentes às transferências internas de *mid-box* deixariam de existir. Tendo em conta as produções planeadas de *mid-box* até final de 2017, é estimado que seja possível alcançar uma poupança de 27.000 €, caso a produção planeada de *mid-box* seja realizada, na íntegra, na zona de ensaio. Para além da redução de custos, a diminuição de transportes internos aumenta também a segurança nas zonas exteriores da fábrica.

Relativamente aos custos de produção de *mid-box*, foi necessário recalculá-los, devido às limitações presentes na zona de ensaio, existe a necessidade de destruir as caixas de transporte dos produtos. A produção de uma *mid-box* de Nestum 100x700g, por exemplo, obriga à abertura de 13 caixas de transporte. Recalculando os custos de produção para os restantes produtos obtêm-se os dados presentes na Tabela 5.5.

Tabela 5.5: Aumento percentual dos custos de produção de *mid-box*

Produto	% aumento
Nestum 100x700g	4,25%
Nestum 198x300g	3,94%
Cerelac 100x1kg	0,90%

Apesar do aumento percentual dos custos de produção não ser muito acentuado, os efeitos são mais significativos a longo prazo. Uma análise ao custo do material de embalagem que é desperdiçado para a produção de *mid-box*, até final de 2017, revela que o custo total do material de embalagem destruído é de 70.366,24 €.

Sintetizando toda a informação apresentada ao longo deste capítulo, desde os custos de mão-de-obra, aos custos de transporte e de material de embalagem, é possível construir a Tabela 5.6.

Tabela 5.6: Balanço final

	<b>Proveitos</b>	<b>Perdas</b>
Mão-de-obra	15.823,79 €	
Transporte	27.000,00 €	
Material de embalagem		70.366,24 €
Total	42.823,79 €	70.366,24 €
Balanço final		(27.542,45) €

No que toca aos custos-de-mão de obra, é importante referir que o valor que lhe está associado, para a operação de Cerelac 100x1kg, foi recalculado tendo em conta os seis operadores que atualmente estão presentes na proposta C. Até ao final de 2017, apesar de se atingirem poupanças na ordem dos 40.000 €, o elevado custo do material de embalagem, que é destruído ao longo do mesmo período de tempo tem, efeitos negativos no balanço final da operação.

## Capítulo 6

# Conclusões e Trabalho Futuro

O principal objetivo da presente dissertação foca-se na reorganização do processo de paletização manual em meia paleta em vigor na fábrica da Nestlé em Avanca. Trata-se de um processo que, devido à utilização da meia paleta, impossibilita a sua paletização na zona de paletização automática da fábrica. Face à constante preocupação da Nestlé em aumentar os níveis de segurança em todas as suas operações, e na tentativa de tornar a operação em si mais segura, foi proposto o desafio de reorganizar a operação de paletização para uma outra zona da fábrica.

As propostas de um novo *layout*, apresentadas à fábrica de Avanca foram concebidas para responder às necessidades de segurança exigidas e fazer bom uso do espaço atendendo às condições presentes na zona de destino da operação. Uma vez que a operação nunca foi realizada fora da zona onde, atualmente, se encontra, a necessidade de planejar cuidadosamente cada elemento da operação, material necessário e equipamento, provou ser crucial para que a operação pudesse ser realizada sem perturbar, quer o fluxo normal de trabalho das operações que já se realizavam na nova zona, quer a cadência de produção de meias paletes.

Para realizar a proposta foi necessário, numa primeira fase, proceder-se ao registo de todas as etapas que compõem a operação de todos os produtos atualmente paletizados em meia paleta. Para tal, foi utilizada a análise ECRS, uma ferramenta *lean* que permitiu analisar ao pormenor cada etapa das operações, permitindo identificar possíveis situações de melhoria. Seguidamente, procedeu-se a um levantamento exaustivo de todos os materiais e equipamentos necessários para a operação, de forma a proceder ao correto cálculo do espaço necessário na nova zona de destino.

A segunda fase consistiu em conceber várias propostas de *layout* que assegurassem as condições necessárias para que a operação decorresse sem perturbações causadas, principalmente, pela falta de espaço. A terceira e última fase, baseou-se em testes de ensaio para que fosse possível verificar a fiabilidade da operação em cada uma das diferentes propostas apresentadas. Foi feito um esforço para realizar ensaios em todos os produtos que são atualmente paletizados em meia paleta, em parte, para observar o comportamento da operação no seu todo e o impacto causado na zona em que está inserida bem como, para estudar as principais diferenças de desempenho face à zona onde decorre, atualmente, a operação.

Os resultados obtidos nos ensaios, apesar de terem sido realizados em pequena escala, demonstraram que, em termos operacionais, a paletização em meia paleta é possível de ser realizada na nova zona de ensaio, mesmo com as limitações de espaço que existem. Nesta vertente, a proposta C revelou conter um *layout* no qual a fábrica deveria apostar para realizar a operação na zona de ensaio, uma vez que, as mudanças que obrigaram à reestruturação da proposta, nasceram da experiência obtida nos ensaios anteriores, solidificando-a em termos de organização. A possibilidade da operação ser capaz de ser executada na zona de ensaio é um fator bastante positivo, uma vez que, até ao período de dissertação, perpetuava a ideia de não ser possível adaptar a operação a uma nova zona da fábrica. Em termos de cadências de produção, ambas as propostas provaram ser eficientes em reproduzir cadências superiores às que se verificam atualmente no setor 3.

Apesar do sucesso da operação, em termos de redução de custos em transportes e tempo de mão-de-obra utilizado, e devido ao tempo limitado para realização da dissertação, não foi possível proceder a modificações de linha para que o transporte de embalagens do setor 3, para a zona de ensaio, fosse possível. Os custos de produção de *mid-box* viram assim o seu valor a aumentar para refletir o custo adicional que se incorre na sua produção. Apesar de ser um aumento percentual baixo, em todos os produtos, a longo prazo revela ter um peso significativo, não sendo suficiente, no entanto, a poupança que existe em transportes e tempo de mão-de-obra para tornar a operação rentável.

Caso exista uma aposta da fábrica na construção de uma linha dedicada ao transporte, o aumento dos custos de produção, devido à destruição de caixas de transporte, deixará de existir, abrindo assim caminho para uma operação que se revela bastante promissora para a fábrica, nomeadamente a nível de custos e de aumento de segurança para os colaboradores.

## 6.1 Trabalho Futuro

Tendo apresentado resultados iniciais que revelam um bom desempenho da operação da paletização manual na zona de ensaio, a próxima fase de implementação passa pela realização de ensaios a uma maior escala. Estes ensaios iriam permitir reunir um conjunto de resultados sobre o desempenho da operação na nova zona, quando sujeita à produção que é habitualmente realizada a nível do setor três. Apesar dos custos de produção para a procura de *mid-box*, até final de 2018, se terem revelado insustentáveis para que a fábrica recolha os proveitos da mudança de zona de paletização, a realização de ensaios esporádicos de produções completas iriam fornecer dados que permitiriam justificar a implementação de uma linha transportadora dedicada, apenas, ao transporte de embalagens para a zona de ensaio.

Não obstante, os resultados positivos obtidos nos primeiros ensaios demonstram que a nova zona tem potencial para receber a operação, criando uma necessidade futura de repensar a forma de envio das embalagens do setor 3 para a zona de paletização automática, evitando assim os custos elevados. Essa solução poderá passar pela substituição das caixas de transporte por um material mais barato, para evitar os custos elevados. Uma outra solução, que iria exigir um maior esforço



por parte da fábrica, seria a implementação de uma linha dedicada exclusivamente ao transporte das embalagens desde o setor 3 até à zona de paletização automática.

A introdução de modelos de simulação permitira validar o *layout* apresentado, possibilitando também o estudo do impacto da introdução de variações na sua estrutura.

Caso seja realizado a expansão da zona de ensaio, o desafio irá passar por participar na redefinição da nova zona e pela adaptação das propostas, previamente apresentadas, ao novo espaço.



# Referências

- Beamon, B. M. 1998. “Supply chain design and analysis: Models and methods”. *International Journal of Production Economics* 55(3):281–294. Acedido a 1 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1016/S0925-5273(98)00079-6.
- Beckeman, M. e Skjöldebrand, C. 2007. “Clusters/networks promote food innovations”. *Journal of Food Engineering* 79(4):1418–1425. Acedido a 25 de Abril de 2017. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2006.04.024.
- Benjaafar, S. e Sheikhzadeh, M. 2000. “Design of flexible plant layouts”. *IIE Transactions* 32(4): 309–322. Acedido a 14 de Março de 2017. doi: 10.1023/A:1007691303186.
- Boise. “Boise Case Study”. Acedido a 8 de Abril de 2017, 2015. <http://business.edf.org/files/2014/03/BoiseCaseStudy1.pdf>.
- Chantarachalee, K., Carvalho, H. e Cruz-Machado, V. A. 2014. “Designing Lean Supply Chains: A Case Study”. Em *Proceedings of the Eighth International Conference on Management Science and Engineering Management*, páginas 797–807. Springer: Heidelberg.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R. e Aquilano, N. J. 2006. *Operations Management for Competitive Advantage*. 11ª edição. McGraw-Hill Irwin.
- CHEP. 2015. “The New Half Pallet”. Acedido a 12 de Maio de 2017. [http://www.chep.com/Pallets/Half\\_pallet/](http://www.chep.com/Pallets/Half_pallet/).
- Conselho Económico e Social. 2016. *Trends and perspectives for pallets and wooden packaging*. Nações Unidas. [https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/20161018/E/ECE\\_TIM\\_2016\\_6\\_FINAL\\_wooden\\_packaging.pdf](https://www.unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/20161018/E/ECE_TIM_2016_6_FINAL_wooden_packaging.pdf).
- CSCMP. 2010. “CSCMP Supply Chain Management Definitions and Glossary”. Acedido a 13 de Março de 2017. [http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](http://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx).
- Cua, K. O., McKone, K. E. e Schroeder, R. G. 2001. “Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance”. *Journal of Operations Management* 19 (6):675–694. Acedido a 5 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1016/S0272-6963(01)00066-3.
- Drira, A., Pierreval, H. e Hajri-Gabouj, S. 2007. “Facility layout problems: A survey”. *Annual Reviews in Control* 31(2):255–267. Acedido a 9 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1016/j.arcontrol.2007.04.001.
- EPAL. “Load carriers overview”. Acedido a 11 de Março de 2017, 2017. <https://www.epal-pallets.org/eu-en/load-carriers/overview/>.

- Gattorna, J. 1998. *Strategic Supply Chain Alignment: Best Practice in Supply Chain Management*. 6ª edição. Routledge.
- Guo, C., Guan, Z., Chen, Y. e Li, L. 9 2015. “Optimization of Production System Based on Lean Thinking”. *International Journal of u- and e- Service, Science and Technology* 8(9):405–416. Acedido a 7 de Abril de 2017. doi: 10.14257/ijunesst.2015.8.9.39.
- Gupta, A. K. 2007. *Engineering Management*. 1ª edição. India: S. Chand Limited.
- Hendrickson III, K. E. 2014. *The Encyclopedia of the Industrial Revolution in World History - Volume III*. 1ª edição. USA: Rowman & Littlefield.
- Hollensen, S. 2007. *Global marketing: A decision-oriented approach*. 4ª edição. Prentice Hall.
- Holweg, M. 2007. “The genealogy of lean production”. *Journal of Operations Management* 25 (2):420–437. Acedido a 23 de Abril de 2017. doi: 10.1016/j.jom.2006.04.001.
- Jacobs, F. R. e Chase, R. 2011. *Operations and Supply Chain Management*. 13ª edição. McGraw-Hill Irwin.
- Kidam, K. e Hurme, M. 2012. “Design as a contributor to chemical process accidents”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 25(4):655–666. Acedido a 13 de Abril de 2017. doi: 10.1016/j.jlp.2012.02.002.
- Kumar, S. e Suresh, N. 2008. *Production and Operations Management*. 2ª edição. India: New Age International.
- Kusek, K. 2016. “The Death Of Brand Loyalty: Cultural Shifts Mean It’s Gone Forever”. Acedido a 30 de Março de 2017. <https://www.forbes.com/sites/kathleenkusek/2016/07/25/the-death-of-brand-loyalty-cultural-shifts-mean-its-gone-forever/>.
- Lancaster, H. O. 1990. *Expectations of Life*. 1ª edição. New York: Springer New York.
- LeBlanc, R. 2014. “Markets in Transition: What’s the “Point” of Small Pallets?”. Acedido a 6 de Março de 2017.
- Logistics Inbound. 2016. “Pallets: The Power Behind the Supply Chain”. Acedido a 5 de Março de 2017. <http://www.inboundlogistics.com/cms/article/the-power-behind-the-supply-chain/>.
- MGuire, G. M. 2015. *Handbook of Humanitarian Health Care Logistics*. George Mc Guire.
- Min, H. e Zhou, G. 2002. “Supply chain modeling: past, present and future”. *Computers & Industrial Engineering* 43(1-2):231–249. Acedido a 24 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1016/S0360-8352(02)00066-9.
- Nestlé. 2016. “Documentação interna”.
- Nestlé Portugal. 2014. *Relatório de Criação de Valor Partilhado*. Acedido a 23 de Fevereiro de 2017. <https://empresa.nestle.pt/conhecaanestle/documents/relatoriodecriaç~aodevalorpartilhadonestléportugal2014.pdf>.

- Ongkunaruk, P. e Wongsatit, W. 2014. “An ECRS-based line balancing concept: a case study of a frozen chicken producer”. *Business Process Management Journal* 20(5):678–692. Acedido a 8 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1108/BPMJ-05-2013-0063.
- Paine, F. A. 1990. *The Packaging User's Handbook*. 1ª edição. Boston: Springer US.
- Pawar, G. J., Sirdeshpande, N. S., Atram, A. B. e Patil, P. R. 2014. “Reduction in setup change time of a machine in a bearing manufacturing plant using SMED and ECRS”. *International Journal of Engineering Research* 3(5):321–323. Acedido a 1 de Fevereiro de 2017. doi: 10.17950/ijer/v3s5/506.
- Richards, G. 2014. *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*. 2ª edição. Kogan Page.
- Shah, R. e Ward, P. T. 2003. “Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance”. *Journal of Operations Management* 21(2):129–149. Acedido a 19 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0.
- Slack, N., Brandon-Jones, A. e Johnston, R. 2013. *Operations Management*. 7ª edição. Pearson.
- Smith, D., Longo, M. P. e Grindle, A. K. “Nestlé Reformulates Products to Improve Nutrition”. Acedido a 30 de Abril de 2017, 2014. <https://sharedvalue.org/groups/nestlé-reformulates-products-improve-nutrition>.
- Sonae. 2012. *Retail Innovation '12*. Acedido a 28 de Fevereiro de 2017. [https://www.sonae.pt/fotos/publicacoes/li\\_2012\\_en\\_13399385075720c37fc9780.pdf](https://www.sonae.pt/fotos/publicacoes/li_2012_en_13399385075720c37fc9780.pdf).
- Sumolis. 2007. *Relatório Único de Gestão*. Acedido a 19 de Março de 2017. [https://sumolcompal.pt/sites/storage/files/RC-ANUAL-2007\\_PT.pdf](https://sumolcompal.pt/sites/storage/files/RC-ANUAL-2007_PT.pdf).
- Supply Chain 247. 2016. “The 2016 Inventory Crisis Continues”. Acedido a 14 de Março de 2017. [http://www.supplychain247.com/article/the\\_2016\\_inventory\\_emergency\\_continues](http://www.supplychain247.com/article/the_2016_inventory_emergency_continues).
- Taj, S. 2008. “Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants”. *Journal of Manufacturing Technology Management* 19(2):217–234. Acedido a 17 de Março de 2017. doi: 10.1108/17410380810847927.
- Vanderbilt, T. 2012. “The Single Most Important Object in the Global Economy”. Acedido a 21 de Abril de 2017. [http://www.slate.com/articles/business/transport/2012/08/pallets\\_the\\_single\\_most\\_important\\_object\\_in\\_the\\_global\\_economy\\_single.html](http://www.slate.com/articles/business/transport/2012/08/pallets_the_single_most_important_object_in_the_global_economy_single.html).
- Webster, D. B. e Tyberghein, M. B. 1980. “Measuring flexibility of job-shop layouts”. *International Journal of Production Research* 18(1):21–29. Acedido a 17 de Fevereiro de 2017. doi: 10.1080/00207548008919646.
- Womack, J. P. e Jones, D. T. 2003. *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. 2ª edição. USA: Simon & Schuster.
- Womack, J. P., Jones, D. T. e Roos, D. 1990. *The Machine that Changed the World: The Massachusetts Institute of Technology 5-million-dollar, 5-year Report on the Future of the Automobile Industry*. 1ª edição. USA: Scribner.

- Yam, K. L. 2009. *The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology*. 3ª edição. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Yang, T., Su, C. e Hsu, Y. 2000. “Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities”. *International Journal of Operations & Production Management* 20(11): 1359–1371. Acedido a 10 de Março de 2017. doi: 10.1108/01443570010348299.

## Anexo A

### Paletização em meia paleta - Cerelac

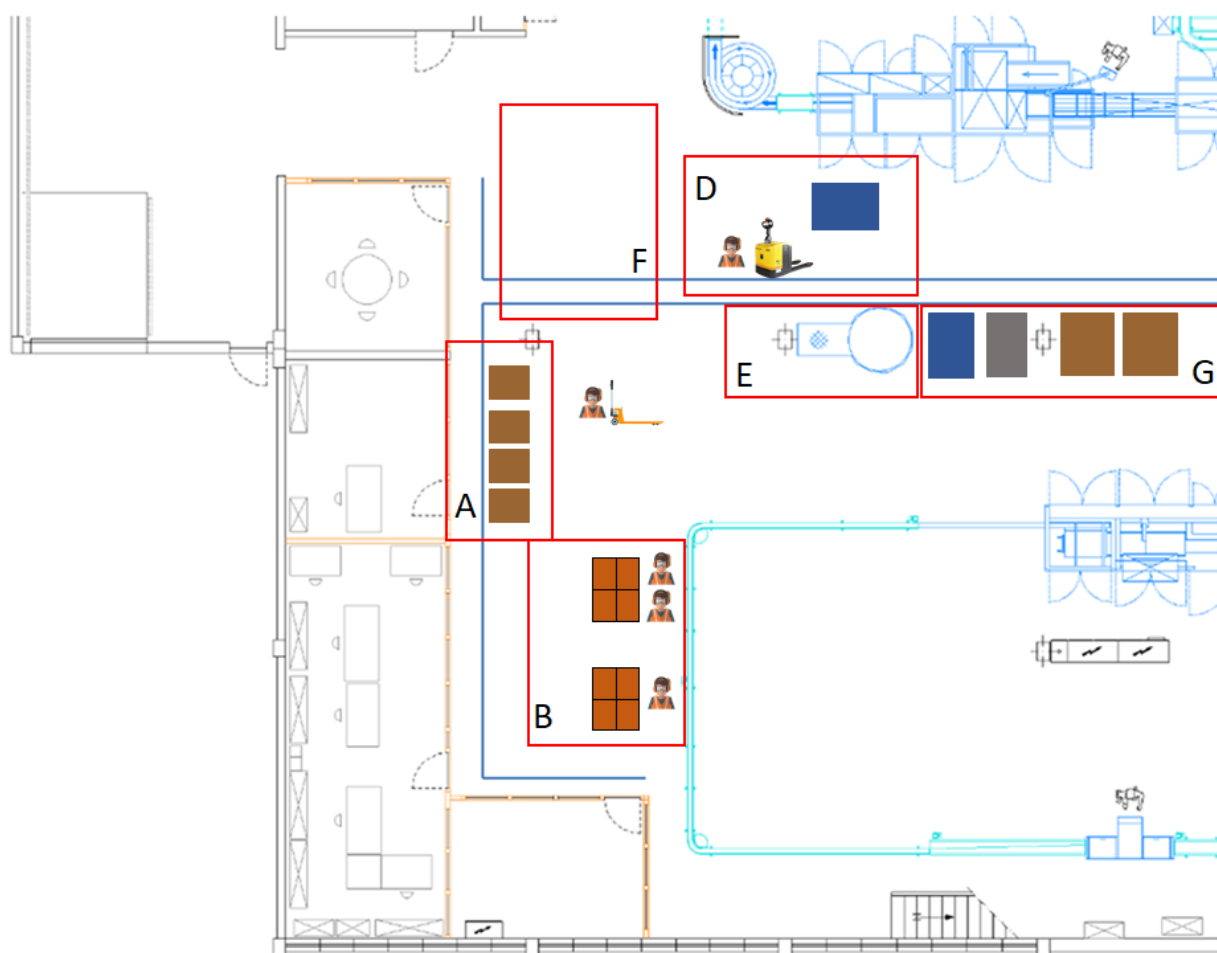


Figura A.1: *Layout* da operação de paletização em meia paleta - Cerelac

## Anexo B

# Análise ECRS à situação atual


							Paletização manual de Mid-Box 198X300G	ANÁLISE DA MUDANÇA - ANTES							
Nº	ACTIVIDADE	INICIO DA ACTIVIDADE	FIM DA ACTIVIDADE	TEMPO DA ACTIVIDADE	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	NÚMERO DE PESSOAS	FERRAMENTA UTILIZADA	ANALISE ECRS (Preencher com X)				ANALISE ECRS (Preencher com o tempo)			
								ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR	ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR
1	Preparação das mid-box (enfomar)	00:00:00	00:00:20	00:00:20		2									
2	Colocação de meias paletes na zona de enchimento	00:00:20	00:00:35	00:00:15	6,35	1									
3	Colocação das mid-box em cima das meias paletes	00:00:35	00:00:50	00:00:15	6,35	1			x				00:00:15		
4	Colocação dos estojos até metade do limite da mid-box	00:00:50	00:03:16	00:02:26		2									
5	Colocação da protecção frontal	00:03:16	00:03:25	00:00:09		2									
6	Continuação do enchimento até ao limite máximo da mid-box	00:03:25	00:05:41	00:02:16		2									
7	Colocação da protecção superior	00:05:41	00:05:50	00:00:09		2									
8	Transporte das 2 mid-box para a zona de envolvimento manual	00:05:50	00:06:30	00:00:40	10,3	1	Porta paletes manual								
9	Envolvimento manual e individual das mid-box	00:06:30	00:07:00	00:00:30		1			x			00:00:30			
10	Transporte das 2 mid-box para zona onde são colocadas no topo de uma paleta "standard" (1200x800mm)	00:07:00	00:07:30	00:00:30	4,2	1	Porta paletes manual		x			00:00:30			
11	Alocação das mid-box numa paleta "standard" (1200x800mm)	00:07:30	00:08:30	00:01:00		1	Porta paletes elétrico								
12	Transporte para zona de wrap automático	00:08:30	00:09:00	00:00:30	3	1	Porta paletes elétrico	x				00:00:30			
13	Envolvimento automático	00:09:00	00:09:55	00:00:55			Envolvidora semi-automática			x		00:00:55			
14	Transporte para zona de etiquetagem manual	00:09:55	00:10:30	00:00:35	6,49	1	Porta paletes elétrico			x		00:00:35			
15	Etiquetagem Manual	00:10:30	00:11:15	00:00:45		1	Labelling			x		00:00:45			
16	Transporte para zona de armazenamento temporário	00:11:15	00:11:45	00:00:30	15,5	1	Porta paletes elétrico			x		00:00:30			
TOTAL		00:11:15	00:11:45	00:11:45	52,19			2	2	0	4	00:03:45	00:00:45	00:00:00	00:00:00

Figura B.1: Análise ECRS da paletização de Nestum 300g




 <b>CONTINUOUS</b> <b>EXCELLENCE</b>		Paletização manual de Mid-Box 100x700g						<b>ANÁLISE DA MUDANÇA</b>							
Nº	ACTIVIDADE	INICIO DA ACTIVIDADE	FIM DA ACTIVIDADE	TEMPO DA ACTIVIDADE	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	NÚMERO DE PESSOAS	FERRAMENTA UTILIZADA	ANALISE ECRS (Preencher com X)				ANALISE ECRS (Preencher com o tempo)			
								ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR	ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR
1	Preparação das mid-box (enfomar)	00:00:00	00:00:20	00:00:20		2									
2	Colocação de meias paletes na zona de enchimento	00:00:20	00:00:50	00:00:30	6,35	1									
3	Colocação das mid-box em cima das meias paletes	00:00:50	00:01:20	00:00:30	6,35	1		x				00:00:30			
4	Colocação dos estojos até metade do limite da mid-box	00:01:20	00:04:20	00:03:00		2									
5	Colocação da proteção frontal	00:04:20	00:04:30	00:00:10		2									
6	Continuação do enchimento até ao limite máximo da mid-box	00:04:30	00:06:45	00:02:15		2									
7	Colocação da protecção superior	00:06:45	00:07:00	00:00:15		2									
8	Transporte das 2 mid-box para a zona de envolvimento manual	00:07:00	00:07:50	00:00:50	10,3	1	Porta paletes manual								
9	Envolvimento manual e individual das mid-box	00:07:50	00:08:20	00:00:30		1		x				00:00:30			
10	Transporte das 2 mid-box para zona onde são colocadas no topo de uma paleta "standard" (1200x800mm)	00:08:20	00:08:40	00:00:20	4,2	1	Porta paletes manual		x			00:00:20			
11	Alocação das mid-box numa paleta "standard" (1200x800mm)	00:08:40	00:09:10	00:00:30		1	Porta paletes elétrico								
12	Transporte para zona de wrap automático	00:09:10	00:09:25	00:00:15	3	1	Porta paletes elétrico	x				00:00:15			
13	Envolvimento automático	00:09:25	00:10:20	00:00:55			Envolvedora semi-automática	x				00:00:55			
14	Transporte para zona de etiquetagem manual	00:10:20	00:10:50	00:00:30	6,49	1	Porta paletes elétrico	x				00:00:30			
15	Etiquetagem Manual	00:10:50	00:11:05	00:00:15		1	Labelling	x				00:00:15			
16	Transporte para zona de armazenamento temporário	00:11:05	00:12:10	00:01:05	15,5	1	Porta paletes elétrico	x				00:01:05			
TOTAL		00:11:05	00:12:10	00:01:05	52,19			6	2	0	0	00:03:30	00:00:50	00:00:00	00:00:00

Figura B.2: Análise ECRS da paletização de Nestum 700g


 <b>CONTINUOUS</b> <b>EXCELLENCE</b>		Paletização manual de Mid-Box 100x1kg						<b>ANÁLISE DA MUDANÇA</b>							
Nº	ACTIVIDADE	INICIO DA ACTIVIDADE	FIM DA ACTIVIDADE	TEMPO DA ACTIVIDADE	DISTÂNCIA PERCORRIDA (m)	NÚMERO DE PESSOAS	FERRAMENTA UTILIZADA	ANALISE ECRS (Preencher com X)				ANALISE ECRS (Preencher com o tempo)			
								ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR	ELIMINAR	COMBINAR	REDUZIR	SIMPLIFICAR
1	Preparação das mid-box (enfomar)	00:00:00	00:00:15	00:00:15		2									
2	Colocação de meias paletes na zona de enchimento	00:00:15	00:00:30	00:00:15	3,5	1									
3	Colocação das mid-box em cima das meias paletes	00:00:30	00:00:45	00:00:15	3,5	1		x				00:00:15			
4	Colocação dos estojos até metade do limite da mid-box	00:00:45	00:03:54	00:03:09		2									
5	Colocação da proteção frontal	00:03:54	00:04:05	00:00:11		2									
6	Continuação do enchimento até ao limite máximo da mid-box	00:04:05	00:06:20	00:02:15		2									
7	Colocação da protecção superior	00:06:20	00:06:35	00:00:15		2									
8	Transporte das 2 mid-box para a zona de envolvimento manual	00:06:35	00:07:15	00:00:40	9	1	Porta paletes manual								
9	Envolvimento individual das mid-box	00:07:15	00:07:45	00:00:30		1		x				00:00:30			
11	Alocação das mid-box numa paleta "standard" (1200x800mm)	00:07:45	00:08:15	00:00:30		1	Porta paletes elétrico								
12	Transporte para zona de wrap automático	00:08:15	00:08:30	00:00:15	3	1	Porta paletes elétrico	x				00:00:15			
13	Envolvimento automático	00:08:30	00:09:25	00:00:55			Envolvedora semi-automática	x				00:00:55			
14	Transporte para zona de etiquetagem manual	00:09:25	00:09:55	00:00:30	6,49	1	Porta paletes elétrico	x				00:00:30			
15	Etiquetagem Manual	00:09:55	00:10:10	00:00:15		1	Labelling	x				00:00:15			
16	Transporte para zona de armazenamento temporário	00:10:10	00:11:15	00:01:05	15,5	1	Porta paletes elétrico	x	x			00:01:05			
TOTAL		00:10:10	00:11:15	00:01:15	40,99			6	1	0	0	00:03:30	00:00:15	00:00:00	00:00:00

Figura B.3: Análise ECRS da paletização de Cerelac 1kg

## Anexo C

### Cadência produção meias paletes

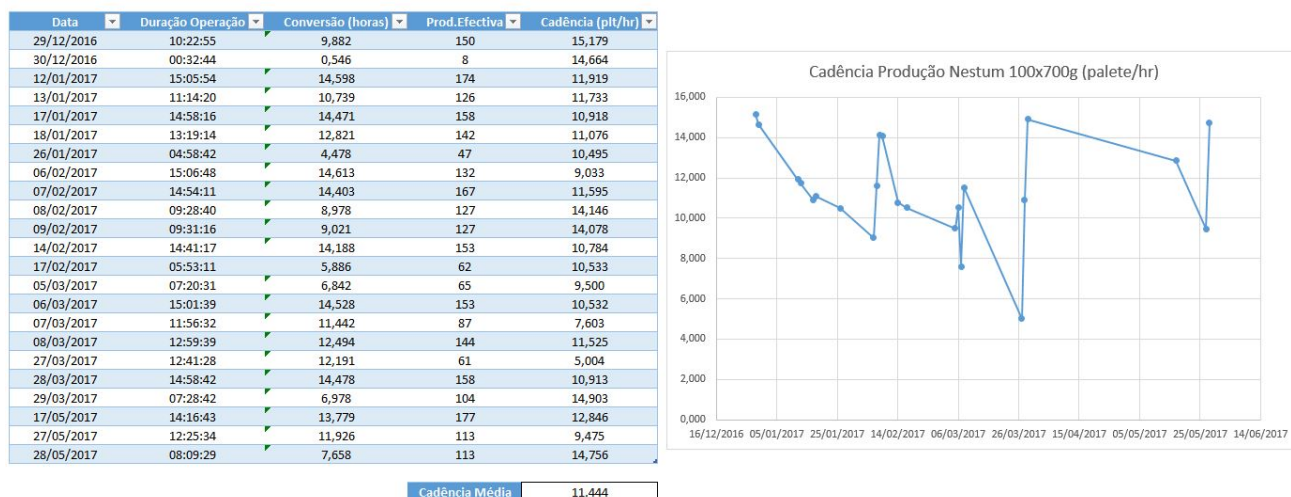


Figura C.1: Registo paletização em meia paleta - Nestum 100x700g

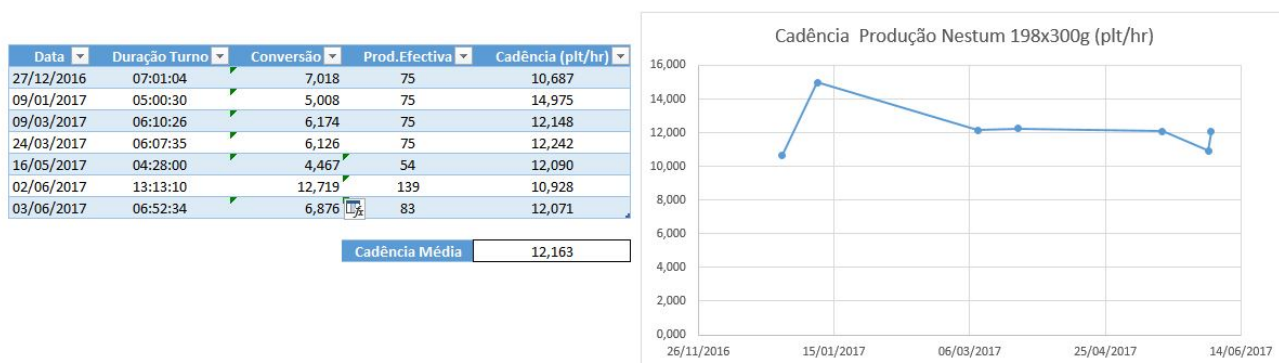


Figura C.2: Registo paletização em meia paleta - Nestum 198x300g

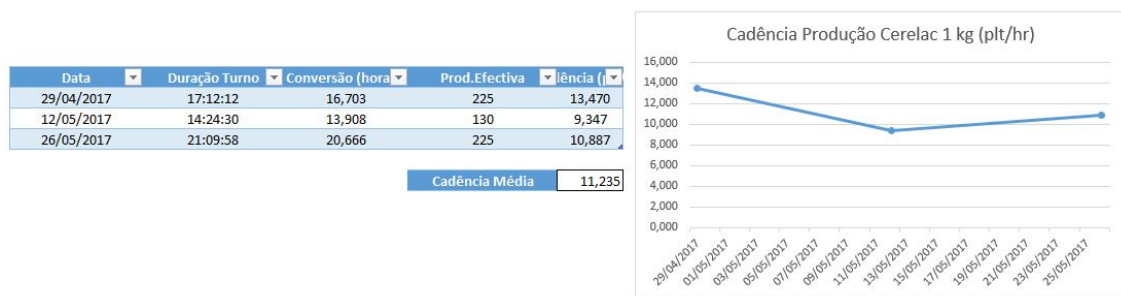


Figura C.3: Registo paletização em meia paleta - Cerelac 100x1 kg